



ISSN 2518-7201 (Print)  
ISSN 2663-5003 (Online)

# **BULLETIN**

## **OF THE KARAGANDA UNIVERSITY**

# **BIOLOGY. MEDICINE. GEOGRAPHY**

Series

# **№ 4(100)/2020**

ISSN 2663-5003 (Online)  
ISSN-L 2518-7201 (Print)  
Индексі 74620  
Индекс 74620

**ҚАРАҒАНДЫ  
УНИВЕРСИТЕТІНІҢ  
ХАБАРШЫСЫ**

---

**ВЕСТНИК**  
КАРАГАНДИНСКОГО  
УНИВЕРСИТЕТА

**BULLETIN**  
OF THE KARAGANDA  
UNIVERSITY

---

**БИОЛОГИЯ. МЕДИЦИНА. ГЕОГРАФИЯ сериясы**

**Серия БИОЛОГИЯ. МЕДИЦИНА. ГЕОГРАФИЯ**

**BIOLOGY. MEDICINE. GEOGRAPHY Series**

**№ 4(100)/2020**

Қазан–қараша–желтоқсан  
30 желтоқсан 2020 ж.

Октябрь–ноябрь–декабрь  
30 декабря 2020 г.

October–November–December  
December, 30<sup>th</sup>, 2020

1996 жылдан бастап шығады  
Издается с 1996 года  
Founded in 1996

Жылына 4 рет шығады  
Выходит 4 раза в год  
Published 4 times a year

Қарағанды, 2020  
Караганда, 2020  
Karaganda, 2020

*Бас редакторы*  
биол. ғыл. канд  
**М.Ю. Ишмуратова**

*Жауапты хатшы*  
биол. ғыл. канд.  
**С.У. Тлеуменова**

*Редакция алқасы*

<b>М. Броди,</b>	PhD д-ры, Америка университеті, Вашингтон (АҚШ);
<b>Р.Г. Оганесян,</b>	PhD д-ры, Пенсильвания университеті, Филадельфия (АҚШ);
<b>К.-Д. Конерт,</b>	мед. ғыл. д-ры, Диабет институты, Карлсбург (Германия);
<b>Аммад Ахмад Фаруки</b>	PhD д-ры, Биомедициналық және генетикалық инженерия институты, Исламабад (Пакистан);
<b>С.В. Кушнарэнко,</b>	биол. ғыл. канд., Өсімдіктер биологиясы және биотехнологиясы институты, Алматы (Қазақстан);
<b>Г.Г. Мейрамов,</b>	мед. ғыл. д-ры, Акад. Е.А. Бөкетов ат. Қарағанды университеті (Қазақстан);
<b>А.В. Панин,</b>	геогр. ғыл. д-ры, М.В. Ломоносов ат. Москва мемлекеттік университеті (Ресей);
<b>Р.Т. Бексеитова,</b>	геогр. ғыл. д-ры, Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы (Қазақстан);
<b>О.Л. Макарова,</b>	биол. ғыл. канд., РҒА А.Н. Северцов ат. Экология және эволюция институты, Москва (Ресей)

*Редакцияның мекенжайы:* 100024, Қазақстан, Қарағанды қ., Университет к-сі, 28.

Тел.: (7212) 77-00-69; факс: (7212) 35-63-98.

E-mail: [bulletin\\_karsu\\_biology@mail.ru](mailto:bulletin_karsu_biology@mail.ru)

Сайты: <https://biollogy-medicine-geography-vestnik.ksu.kz/>

*Редакторлары*

Ж.Т. Нурмуханова, С.С. Балкеева, Т.А. Кохановер

*Компьютерде беттеген*

В.В. Бутяйкин

**Қарағанды университетінің хабаршысы. Биология. Медицина. География сериясы.**

**ISSN-L 2518-7201 (Print). ISSN 2663-5003 (Online).**

Меншік иесі: «Академик Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды университеті» КЕАҚ.

Қазақстан Республикасы Ақпарат және қоғамдық даму министрлігімен тіркелген. 30.09.2020 ж. № KZ32VPY00027389 қайта есепке қою туралы куәлігі.

Басуға 29.12.2020 ж. қол қойылды. Пішімі 60×84 1/8. Қағазы офсеттік. Көлемі 17,87 б.т. Таралымы 200 дана. Бағасы келісім бойынша. Тапсырыс № 90.

«Акад. Е.А. Бөкетов ат. Қарағанды ун-ті» КЕАҚ-ның баспасының баспаханасында басылып шықты. 100024, Қазақстан, Қарағанды қ., Университет к-сі, 28. Тел. (7212) 35-63-16. E-mail: [izd\\_kargu@mail.ru](mailto:izd_kargu@mail.ru)

*Главный редактор*  
канд. биол. наук  
**М.Ю. Ишмуратова**

*Ответственный секретарь*  
канд. биол. наук  
**С.У. Тлеуменова**

*Редакционная коллегия*

<b>М. Броди,</b>	д-р PhD, Американский университет, Вашингтон (США);
<b>Р.Г. Оганесян,</b>	д-р PhD, Пенсильванский университет, Филадельфия (США);
<b>К.-Д. Конерт,</b>	д-р мед. наук, Институт диабета, Карлсбург (Германия);
<b>Аммад Ахмад Фаруки,</b>	д-р PhD, Институт биомедицинской и генетической инженерии, Исламабад (Пакистан);
<b>С.В. Кушнарченко,</b>	канд. биол. наук, Институт биологии и биотехнологии растений, Алматы (Казахстан);
<b>Г.Г. Мейрамов,</b>	д-р мед. наук, Карагандинский университет им. акад. Е.А. Букетова (Казахстан);
<b>А.В. Панин,</b>	д-р геогр. наук, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова (Россия);
<b>Р.Т. Бексеитова,</b>	д-р геогр. наук, Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы (Казахстан);
<b>О.Л. Макарова,</b>	канд. биол. наук, Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, Москва (Россия)

*Адрес редакции:* 100024, Казахстан, г. Караганда, ул. Университетская, 28.  
Тел.: (7212) 77-00-69; факс: (7212) 35-63-98.  
E-mail: [bulletin\\_karsu\\_biology@mail.ru](mailto:bulletin_karsu_biology@mail.ru)  
Сайт: <https://biollogy-medicine-geography-vestnik.ksu.kz>

*Редакторы*

Ж.Т. Нурмуханова, С.С. Балкеева, Т.А. Кохановер

*Компьютерная верстка*

В.В. Бутяйкин

**Вестник Карагандинского университета. Серия Биология. Медицина. География.**

**ISSN-L 2518-7201 (Print). ISSN 2663-5003 (Online).**

Собственник: НАО «Карагандинский университет имени академика Е.А. Букетова».

Зарегистрировано Министерством информации и общественного развития Республики Казахстан.  
Свидетельство о постановке на переучет № KZ32VPY00027389 от 30.09.2020 г.

Подписано в печать 29.12.2020 г. Формат 60×84 1/8. Бумага офсетная. Объем 17,87 п.л. Тираж 200 экз.  
Цена договорная. Заказ № 90.

Отпечатано в типографии издательства НАО «Карагандинский университет им. акад. Е.А. Букетова».  
100024, Казахстан, г. Караганда, ул. Университетская, 28. Тел. (7212) 35-63-16. E-mail: [izd\\_kargu@mail.ru](mailto:izd_kargu@mail.ru)

© Карагандинский университет им. акад. Е.А. Букетова, 2020



*Main Editor*

Cand. of biology  
**M.Yu. Ishmuratova**

*Responsible secretary*

Cand. of biology  
**S.U. Tleukenova**

*Editorial board*

- |                            |   |
|----------------------------|---|
| <b>M. Brody,</b>           | PhD, American University, Washington, DC (USA);   |
| <b>R.G. Oganesyanyan,</b>  | PhD, University of Pennsylvania, Philadelphia, PA (USA);                                  |
| <b>K.-D. Kohnert,</b>      | MD, The German Diabetes Center, Karlsburg (Germany);                                      |
| <b>Ammad Ahmad Farooqi</b> | PhD, Institute of Biomedical and Genetic Engineering (IBGE),<br>Islamabad, Pakistan;      |
| <b>S.V. Kushnarenko,</b>   | Cand. of biology, Institute of Plant Biology and Biotechnology,<br>Almaty (Kazakhstan);   |
| <b>G.G. Meyramov,</b>      | MD, Karaganda University of the name of acad. E.A. Buketov<br>(Kazakhstan);               |
| <b>A.V. Panin,</b>         | Doctor of geography, M.V. Lomonosov Moscow State University<br>(Russia);                  |
| <b>R.T. Bekseitova,</b>    | Doctor of geography, Al-Farabi Kazakh National University,<br>Almaty (Kazakhstan);        |
| <b>O.L. Makarova,</b>      | Cand. of biology, A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolu-<br>tion, Moscow (Russia) |

*Postal address:* 28, University Str., Karaganda, 100024, Kazakhstan.

Tel.: (7212) 77-00-69; fax: (7212) 35-63-98.

E-mail: [bulletin\\_karsu\\_biology@mail.ru](mailto:bulletin_karsu_biology@mail.ru)

Web-site: <https://biollogy-medicine-geography-vestnik.ksu.kz>

*Editors*

Zh.T. Nurmukhanova, S.S. Balkeyeva, T. Kokhanover

*Computer layout*

V.V. Butyaikin

**Bulletin of the Karaganda University. Biology. Medicine. Geography series.**

**ISSN-L 2518-7201 (Print). ISSN 2663-5003 (Online).**

Proprietary: NLC «Karagandy University of the name of academician E.A. Buketov».

Registered by the Ministry of Information and Social Development of the Republic of Kazakhstan.  
Rediscount certificate No. KZ32VPY00027389 dated 30.09.2020.

Signed in print 29.12.2020. Format 60×84 1/8. Offset paper. Volume 17,87 p.sh. Circulation 200 copies.  
Price upon request. Order № 90.

Printed in the Publishing house of NLC «Karagandy University of the name of acad. E.A. Buketov».  
28, University Str., Karaganda, 100024, Kazakhstan. Tel. (7212) 35-63-16. E-mail: [izd\\_kargu@mail.ru](mailto:izd_kargu@mail.ru)

## ҚҰРМЕТТІ ОҚЫРМАН!



Сіздерге «Қарағанды университетінің хабаршысы» журналының 100-ші мерекелік санын ұсынып отырмыз. «Қарағанды университетінің хабаршысы» ғылыми мерзімді басылымы Қазақстан және басқа елдер ғалымдарының әр түрлі ғылым салаларындағы зерттеулерінің нәтижелерін ашық баспасөзде жариялауға бағытталған. Журналдың мақсаты — халықаралық ғылыми қауымдастықты жаңа әдістер және идеялармен таныстыра отырып, маңызды ғылыми және білім беру ақпараттарымен алмасуға тиімді жағдай жасау. Журнал ғылыми қызметтің негізгі нәтижелерін жариялау үшін ҚР БҒМ ғылым және білім саласындағы бақылау бойынша комитетпен ұсынылған басылымдар тізіміне енгізілген.

Журнал 1996 жылы алғашында екі серия («Гуманитарлық ғылымдар сериясы» және «Жаратылыстану ғылымдар сериясы») бойынша жарық көрді. 2004 жылдан бастап «Математика», «Физика», «Химия», «Биология. Медицина. География», «Экономика», «Педагогика», «Филология», «Тарих. Философия. Құқық» сияқты сегіз серия бойынша материалдар жарияласа, 2010 жылы «Құқық» өз алдына бөлек серия ретінде шығарылып, жалпы саны тоғызға жетті.

2015 жылдан бастап «Қарағанды университетінің хабаршысы» журналының «Химия», «Физика», «Математика» бағытындағы сериялары Web of Science Core Collection халықаралық базасының «Emerging Sources Citation Index (ESCI)» платформасына енді. Қазіргі уақытта «Қарағанды университетінің хабаршысы» журналында отандық ғалымдардың өзекті мәселелер бойынша ғылыми зерттеулерінен басқа, ТМД елдері және Германия, Польша, Қытай, Египет, Түркия Үндістан, Пәкістан секілді әлемдік ғылыми ортада 9 серия бойынша ғылыми жұмыс нәтижелерін жариялайтын беделді басылымға айналып отыр. Журналдың халықаралық талаптарға сәйкес келетін 3 тілдегі жеке сайтында редакциялық алқа саясаты, онлайн мақала жіберу мен онлайн рецензиялау талаптары көрсетілген. Журналда жарияланған барлық мақалаларға цифрлік объект идентификаторы беріледі. Журнал алдыңғы қатарлы отандық және шетелдік кітапханалық жүйелермен және дерекқорлармен ынтымақтастық жасап, қазақстандық дәйексөздер базасы бойынша импакт факторға ие. Бұл өз кезегінде жарияланған материалдарға жылдам және ашық қол жеткізуге мүмкіндік береді.

Тәуелсіз еліміздің ғылымы мен білімінің дамуында айшықты қолтаңбамыз қалыптасты. Осындай абырой биігіне көтерілу ұзақ жылғы қажыр-қайраттың, үздіксіз ізденудің, талмай алға ұмтылудың нәтижесі деп білемін. Адамзат алдында тұрған аса ділгір мәселелерді шешуді өзінің мәңгілік межесі, игі мақсатына айналдырған басылым әлі де соны ғылыми жаңалықтардың жаршысы бола беретініне бек сенімдімін. Журналдың ғылыми әлеуетінің артуына үлес қосқан барлық авторлар мен ғалым-зерттеушілерге ризашылығымызды білдіре отырып, 100-ші мерекелік басылымның шығуына орай баршаңызды шын жүректен құттықтаймын!

Тәуелсіз еліміздің ғылымы мен білімінің дамуында айшықты қолтаңбамыз қалыптасты. Осындай абырой биігіне көтерілу ұзақ жылғы қажыр-қайраттың, үздіксіз ізденудің, талмай алға ұмтылудың нәтижесі деп білемін. Адамзат алдында тұрған аса ділгір мәселелерді шешуді өзінің мәңгілік межесі, игі мақсатына айналдырған басылым әлі де соны ғылыми жаңалықтардың жаршысы бола беретініне бек сенімдімін. Журналдың ғылыми әлеуетінің артуына үлес қосқан барлық авторлар мен ғалым-зерттеушілерге ризашылығымызды білдіре отырып, 100-ші мерекелік басылымның шығуына орай баршаңызды шын жүректен құттықтаймын!

*Редакциялық кеңестің төрағасы  
ҚР ҰҒА корреспондент-мүшесі,  
заң ғылымдарының докторы,  
профессор Н.О. Дулатбеков*

---

# МАЗМУНЫ — СОДЕРЖАНИЕ — CONTENTS

## БИОЛОГИЯ BIOLOGY

<i>Абиев С.А., Баубекова А.К., Асилханова Р.З.</i> Сүйелді қайың ( <i>Betula Pendula</i> ) ағашын зақымдайтын фитопатогенді бактерияларды молекулалық идентификация тәсілі арқылы анықтап оның филогенетикалық шежіресін құру.....	8
<i>Butumbayeva M.K., Silant'eva M.M.</i> Evaluation of successful introduction of plants from <i>Lamiaceae</i> family in the conditions of the Karaganda and Zhezkazgan cities.....	16
<i>Bulanin D., Marchenko Ye.A., Abitayeva G.K., Vangelista L.</i> Genetic organization and cellular specificity of <i>S. aureus</i> leukocidins.....	23
<i>Вдовина Т.А., Анушев А.К., Исакова Е.А.</i> Влияние способов водоснабжения на водно-физические свойства почвы в аридных условиях юго-востока Казахстана.....	32
<i>Grudzinskaya L.M., Gemejiyeva N.G., Karzhaubekova Zh.Zh.</i> The Kazakhstan medicinal flora survey in a leading families volume.....	39
<i>Esenbekova P.A., Altynbek T.O., Zhaksybayev M.B.</i> Materials for the aquatic hemiptera (Heteroptera) fauna of the Charyn State National Natural Park.....	52
<i>Кенжина К.Д., Ауельбекова А.К., Силантьева М.М.</i> Исторический очерк ботанико-географического районирования территории Северного Казахстана на примере Государственного национального природного парка «Буйратау».....	58
<i>Максутбекова Г.Т.</i> Оценка физиологических показателей растений рода <i>Populus</i> в аридных условиях Жезказгана.....	66
<i>Сергалиев Н.Х., Сариев Б.Т., Туменов А.Н., Бакиев С.С.</i> Украиндық тұқы балықтарының уылдырықтарын жасанды жолмен алу, ұрықтандыру және инкубациялау нәтижелері.....	72
<i>Сейдалина Н.А., Ахметова С.Б., Смагулов М.К., Атажанова Г.А.</i> Определение антимикробной активности экстрактов из травы <i>Melissa officinalis</i> L.....	79
<i>Турсынбай А., Гемеджиева Н.Г., Сапаров К.А.</i> Выявление особенностей распространения <i>Fritillaria karelinii</i> (Fisch. ex D.Don) Baker на юго-востоке Казахстана.....	85

## МЕДИЦИНА MEDICINE

<i>Konkabayeva A.E., Erubay A.S., Gaibel E.</i> Hematological parameters in rats poisoned with cadmium nitrate and in biocorrection with the infusion of <i>Beta vulgaris</i> seeds.....	94
<i>Sabirov Z.B., Eshmagambetova A.B., Turlybekova G.K., Duzbayeva N.M., Mukasheva M.A., Onoshko I.A.</i> Biochemical parameters of blood plasma of the male population living on the territory of the Aral Sea.....	100
<i>Мейрамов Г.Г., Кohnert К.-Д., Korchin V.I., Tusupbekova G.T., Shaybek A.S., Abdraimova-Meyramova A.G.</i> Histophotometric complex for quantitative estimation of Insulin and Zinc Content in Pancreatic B-cells.....	106

## ГЕОГРАФИЯ GEOGRAPHY

<i>Kabzhanova G.R., Baktybekov K.S., Kabdulova G.A., Aimbetov A.A., Aligazhiyeva L.R.</i> Use of the Earth Remote Sensing data for the monitoring of the level of soil fertility.....	112
<i>Imanaly Akbar, Myrzaliyeva Z.K., Tazhekova A.Z., Kenesbekkyzy B.</i> Development status of the tourism products in Jabagly village near the Aksu-Jabagly world heritage site.....	122
<i>Zhangozhina G.M., Czernykh D.V.</i> Long-term meteorological trends of atmospheric precipitation in the Nura river basin (the Central Kazakhstan).....	131

---

АВТОРЛАР ТУРАЛЫ МӘЛІМЕТТЕР — СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ — INFORMATION ABOUT AUTHORS .....	138
2020 жылғы «Қарағанды университетінің хабаршысы. Биология. Медицина. География сериясы» журналында жарияланған мақалалардың көрсеткіші — Указатель статей, опубликованных в журнале «Вестник Карагандинского университета. Серия Биология. Медицина. География» в 2020 году — Index of articles published in «Bulletin of the Karaganda University. Biology. Medicine. Geography Series» in 2020 .....	141

С.А. Абиев<sup>1\*</sup>, А.К. Баубекова<sup>1</sup>, Р.З. Асилханова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан;

<sup>2</sup>С. Сейфуллин атындағы агротехникалық университеті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан

\*Хат-хабарларға арналған автор: [abiyeв\\_sa@enu.kz](mailto:abiyeв_sa@enu.kz)

### Сүйелді қайың (*Betula Pendula*) ағашын зақымдайтын фитопатогенді бактерияларды молекулалық идентификация тәсілі арқылы анықтап оның филогенетикалық шежіресін құру

Мақалада Нұр-Сұлтан қаласын қоршай отырғызылған жасанды «жасыл белдеу» орман шаруашылықтарында өсетін сүйелді қайың ағаштарының (*Betula pendula* Roth.) бактериялық обырмен зақымдалуына байланысты морфологиялық өзгерістері қарастырылып, ауру ағаш діндерінен керн үлгілері алынып, бөлініп алынған бактерия культуралары қоректік орталарда өсіріліп, оларға культуралық-морфологиялық сипаттамалар берілді. Ауруға шалдыққан сүйелді қайың ағашы дінінен керндер алу, олардан ауру қоздырғыштың таза штамдарын бөліп алу, рибосомдық РНҚ 16S нуклеотидтік тізбегінің молекулалық идентификациясы және осы нәтижелерді халықаралық *Gene Bank* базасындағы тиісті мәліметтермен салыстыра зерделеу жұмыстары бактериология және ботаника салаларында қолданыстағы заманауи тәсілдер арқылы жүргізілді. Бөлініп алынған бактерия штамдарының молекулалық сипаттамалары халықаралық *Gene Bank* базасындағы типтік *Dickeya dadantii* штамына 96,72 %-ға сәйкес келді.

*Кілт сөздер:* бактериялық обыр, культура, штамм, бактерия, ДНК, керн, бұрғылау, идентификация, бактериоз.

#### *Kipicne*

Қайың ағаштарының бактериялық обыры — бұл туыстың өте зиянды өзекті — паренхиматозды ауруы болып табылады. Аурудың басты белгілері ағаш дінінің әр жерінде, кейде бұтақтарында, перидерма бетінде сарғыш-қызғылт түсті дақтардың пайда болуынан басталады. Бірте-бірте мұндай дақтардың орны ісініп, үлкейіп, сонан соң жарылады. Жарықшақтардан ақшыл-қоңыр, жағымсыз иісті сұйық сыртқа аға бастайды. Сыртқа шығып төмен қарай қабық бетіне жайылған сұйық тез кебеді, алыстан көзге түсетін көлемді сарғыш-қоңыр даққа айналады. Оның жоғарғы жағындағы жара жазылмайтын қатпаршақ кебу жараға айналады. Уақыт өте келе мұндай жараның орны үлкейіп, қасаңданып, сыртқы қабығы түсіп қалады. Ауру ағаш дініне тереңдей еніп өзекті қамтиды, өткізгіш ұлпалар бұзылады, бітеледі, жапырақтар солғын тартып, түсе бастайды. Кейбір бұтақтары қурап қалады. Ағаш сұлбасы селдіреп, ақыр соңында ағаш өледі.

Ағаш тектестердегі бактериялық обырды зерттеулер 1945 жылы жарияланған *J.C. Carter* еңбегінен [1] бастау алады. Ол қарағашта кездесетін сулы бактериозды «*wetwood*» (дымқыл дің) деп, қоздырғышын — *Erwinia nimipressuralis* деп анықтап, оған алғаш сипаттама берген ғалым.

1963 жылы А.Л. Щербин-Парфененко [2] 22 түрге жататын қылқан жапырақтылардан бактериялық обырды анықтап, қоздырғыштарына грамтеріс, спора түзбейтін *Erwinia multivora* деп сипаттама берді. Өткен ғасырдың 70-ші жылдары жүргізілген зерттеулер [3] Зауралья, Оңтүстік Батыс Сібір және Солтүстік Қазақстан ормандарында қайың ағаштарында бактериялық обырдың



карқынды тарала бастағанын көрсетті. Қазақстанда бұл аурудың таралу аймақтарына Қостанай, Солтүстік Қазақстан, Павлодар облыстары кірді. Соңғы кездері жарияланған мәліметтерде Қазақстан жерінде қайың ағаштарындағы обыр қоздырғыштары жайлы алғашқы әдеби мәліметтерде келтірілген грамтеріс факультативті аэробты бактерия *Erwinia multivora* емес, басқа *Pseudomonas sp.*, *Enterobacteriaceae sp.*, *Pectobacterium carotovorum* және *Dickeya dadantii* сынды бактериялар анықталғандығы келтірілген [4].

*Erwinia* туысы *Enterobacteriales* қатарына жататын фитопатогенді бактериялар тобы. Көлемі 1–3×0,5–1 мкм грамтеріс таяқша тәрізді, факультативті анаэробтар. Бұл туысты Winslow et al. [5] 1917 жылы анықтап, оған америкалық патологанатом *Erwin F. Smith* есімін берді. 1945 жылы Waldee [6] *Erwinia* туысын *Pectobacterium* деп ауыстыруды ұсынды. 1968 жылы Dye [7] биохимиялық сипаттамаларын негізге ала отырып *Erwinia* туысын төрт түрге бөлді: *Erwinia amulavora* — алма ағашының және басқа да раушан тұқымдастарының (*Rosaceae* (*Spiraeoideae*)) патогені, жеміс дақылдарының бактериялық күйік ауруының қоздырғыштары; *Erwinia carotavora* — әртүрлі туыс өкілдерінің, оның ішінде картоптың, жер үсті бөліктерін, сондай-ақ жер асты бөліктерін де, оның ішінде түйнектерін зақымдап, ұлпаларының қараюы мен шіруін, жапырақтардың ширатылуы мен сарғаюын туындатады; *Erwinia herbicola* — астық тұқымдастарының бактериозының қоздырғышы. Соңғы төртінші топқа түрлік атау берілмей оны «ерекше *Erwinia*» тобы деп топтастырды. Келесі жылы (1969) сол Dye [8] *Erwinia* туысын беске бөлді: *E. amylovora* (var. *amylovora*, var. *salicis*, var. *traceiphila*, var. *quercina*, var. *nigrifluens*, var. *rubrifaciens*); *E. herbicola* (var. *herbicola*, var. *ananas*); *E. uredovorus*; *E. stewartii* және *E. carotovora* (var. *carotovora*, var. *atroseptica*, var. *rhapontici*, var. *chrysanthemi*, var. *cypripedii*). Осы жылы Dye-ның ұсынысы бойынша Bergey's Manual of Determinative Bacteriology 8-ші басылымында *Erwinia carotavora* түрі келесідей түрлер мен түр тармақтарына жіктелді: *Erwinia cypripedii*, *Erwinia rhapontici*, *Erwinia carotovora* var. *atroseptica*, *Erwinia carotovora* var. *carotovora* және *Erwinia chrysanthemi* [9].

Аталған түр тармақтарының ішінде *E. chrysanthemi* ең патогенді бактериялардың бірі болып танылды. Кейінгі зерттеулер барысында оның 16 қосжарнақты және 10 даражарнақты өсімдік тұқымдастарында бактериоз ауруын қоздыратыны анықталған [10]. Сондай-ақ оның көптеген тропиктік және субтропиктік аймақтардың өсімдіктерін зақымдайтыны белгілі. Өсімдіктің тамырын, түйнектерін, шырынды етженді мүшелерін бұзатын жұмсақ шірік ауруын қоздырады, тамыр қисилемасын отарлап, өсімдікті жүйелі түрде зақымдайды.

Dye [11] 1978 жылы *E. chrysanthemi*-дің патологиялық және биохимиялық қасиеттерін негізге ала отырып, оны бірнеше патоварианттарға жіктеді (*pv. zaeae*, *pv. dieffenbachiae*, *pv. parthenii* және *pv. dianthicola*). 1980 жылы Dickey және Victoria банан өсімдігінен анықталған жаңа патовариантты *pv. paradisiaca*-ны *E. chrysanthemi*-мен біріктірді. 1998 жылы 16S рДНК нуклеотидтік тізбегін негізге ала отырып Hauben et al. [12] *E. chrysanthemi*-ді жаңа атау алған *Pectobacterium* туысына кіргізіп *P. chrysanthemi* деп атауды ұсынды. Кейіннен *E. chrysanthemi pv. paradisiaca*-ны *Brenneria paradisiaca* деп атап жаңа таксондық статус берді және түр деңгейіне көтерді [12].

2005 жылы фенотиптік тест, ДНҚ-ДНҚ гибридизация, серология және 16S рДНК нуклеотидтік тізбегін талдау көмегімен Samson et al. *E. chrysanthemi*-ді *Erwinia* туысынан бөліп алып, оған белгілі микробиолог Dickey R.S. есімін беріп, жаңа статуска — *Dickeya* туысына көтерді [10]. Сонан соң, осы туысқа *Pectobacterium chrysanthemi* мен *Brenneria paradisiaca*-ны кіргізді. Сонымен, ол *Dickeya* туысына 6 түрді жатқызуды ұсынды: *D. chrysanthemi*, *D. dadantii*, *D. dianthicola*, *D. dieffenbachiae*, *D. paradisiaca* және *D. zaeae*.

Жалпы, *Dickeya Pectobacteriaceae* тұқымдасына кіретін, әр түрлі климаттық жағдайларда өсімдіктің көптеген түрлерін зақымдайтын, кең ауқымды бактерия туысы. Басқа бактериялардан айырмашылығына: жоғарғы температурада максималды агрессивтілігі, өсімдіктен өсімдікке насекомдар арқылы тасымалдануы, өсімдіктің өткізгіш жүйесі арқылы өсімдік денесіне тез таралуы, төменгі температурада латенты күйде сақталуы жатады. *Dickeya* мына өсімдіктердің патогені болып табылады: *D. dianthicola* — картоп, қызанақ, қалампыр, құртқашаш; *D. dieffenbachiae* — картоп, ананас, банан, жүгері, құртқашаш, батат және пеларгония; *D. solani* — картоп, қызанақ; *D. paradisiaca* — банан; *D. chrysanthemi* — қызанақ, картоп, темекі, сәбіз, хризантема; *D. zaeae* — жүгері, бидай, картоп, ананас, банан, темекі, күріш, қырыққабат, хризантема, қалампыр. Сонымен қатар, 2013 жылы *recA*, *dnaX*, *rpoD*, *gyrB* мультилокусты тізбектерінің талдауы және 16S рДНК; ПЦР геномдық дактилоскопия және биохимиялық тесттер нәтижесіне сүйене келе, жапондық ғалымдар *Dickeya* туысын 24 әр түрлі өсімдік түрлерінен бөліп алып, оларды 6 топқа топтастырды: I топ

*D. chrysanthemi*, II — *D. dadantii*, III — *D. dianthicola*, IV — *D. zaeae*, V және VI топтарға жаңадан анықталмақ түрлер жатқызылды [9].

Ағаштектестердің бактериялық обыры басқа өсімдіктер түріне қарағанда аз зерттелген. Ағаштектестердің ішінде бактериялық обырдың ең көп зақымдайтыны қайың ағаштары (*Betula pendula*) мен кедр қарағайы (*Pinus sibirica*). Бактериялық обырмен Оралдың еуропалық бөлігі аумағында, Батыс және Солтүстік Сібір, Таяу Шығыс, Беларусия, Солтүстік Қазақстан орман алқаптарының қайың ағаштары зақымдалған. 2007 жылы қайыңның бактериялық обыры Ресейдің 11 аймағынан 11,7 мың га, 2012 жылы Урал аймағында 3 мың га, Солтүстік Қазақстан жерінде 2013 жылы 5 мың га таралғаны анықталған. Сондай-ақ, бұл ауру Ресей жерінде *Betula* туысының барлық ареалына таралған [1]. Мұнда 2016 жылы 51 мың га аумақта кедр ағаштары зақымдалып, оның 5,7 мың га қурап, жойылған.

Бактериоз, басқа да ондаған ағаштектестерді залалдайды: самырсын, шырша, балқарағай, емен, шамшат, қарағаш, жөке, шаған, қайың, тал және т.б. Бұрынғы дерек көздерге сүйенсек, бактериялық обырдың қоздырғышы ретінде екі көзқарас қалыптасқан: бірі *Erwinia multivora* Scz.-Parf. [13], екіншісі *Erwinia nimipressuralis* Carter [1].

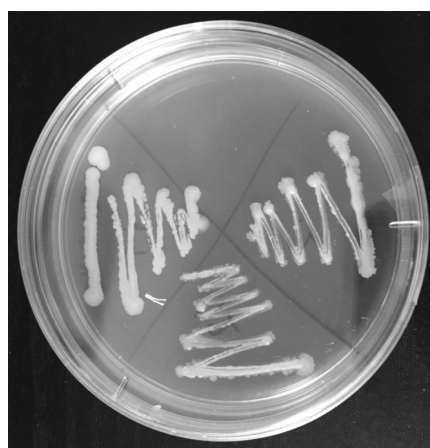
Соңғы мәліметтерде Қазақстанның солтүстік аудандарында бактериялық обырға шалдыққан қайың ағаштарынан *Enterobacteriaceae* тұқымдасына жататын *Dickeya dadantii*-ге сәйкес (93 %) келетін фитопатогенді бактерия штамдары анықталған [4]. Ал *Dickeya dadantii* иелік өсімдіктерінің құрамы жағынан кең спектрлі бактерия екені белгілі. Сонымен, Солтүстік Қазақстан аумағындағы қайың ағаштарында кездесетін бұл ауру қоздырғышты О.Н. Мироненко, С.А. Кабанова ж.б. [4] бір ғана бактерия түрі емес, олардың генерализацияланған тобы болуы мүмкін дейді [4]. Соңғы жылдары жүргізілген шет елдік ғалымдардың зерттеулерінде ағаштектестердің бактериялық обыры патологиясының себепкері ретінде бұрындары ешқашан ағаштектестерде анықталмаған бактериялар *Pectobacterium* (*Erwinia*) *carotovorum* және *Dickeya* spp. келтірілген [14]. Оның себепін ауру қоздырғыштарды идентификациялау кездері ағаш діңіндегі обыр жарадан аққан сұйыққа әр түрлі себептермен кейіннен келіп түскен аталмыш бактериялардың да есепке алынып кетуінен болар деп те жорамалдауға негіз бар.

#### Зерттеу әдістері мен нәтижелері

Зерттеу материалдары жаз және күз айларында Нұр-Сұлтан қаласын қоршай отырғызылған жасанды жасыл белдеу орман шаруашылықтарынан (Қызылжар о/ш, Вячеславка о/ш, Аршалы о/ш,) алынды. Аталмыш шаруашылықтардың таңдалып алыну себебі, мұнда қайың ағаштарының көптеп отырғызылуында және олардың жас шамаларының әрқалай (15–30 жыл) болуы. Осы орман шаруашылықтары аумағында ертеректе, өткен ғасырдың 70-ші жылдары отырғызылған және олармен аралас өскен табиғи қайыңды шоқ ормандар да кездеседі. Жасанды жасыл белдемдегі екпе отырғызылымдардағы көптеген ауру түрлері, оның ішінде бактериялық обыр да, осы ескі шоқ ормандардан таралуы әбден ықтимал.



А



Б

А — Haglof бұрғысы арқылы көлденең бағытта керндер алу; Б — өрмек тәрізді себу

1-сурет.

Зерттеу жұмыстары Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің биология және геномика кафедрасына қарасты зертханада және ҚР Ұлттық биотехнология орталығы базасында жүргізілді.

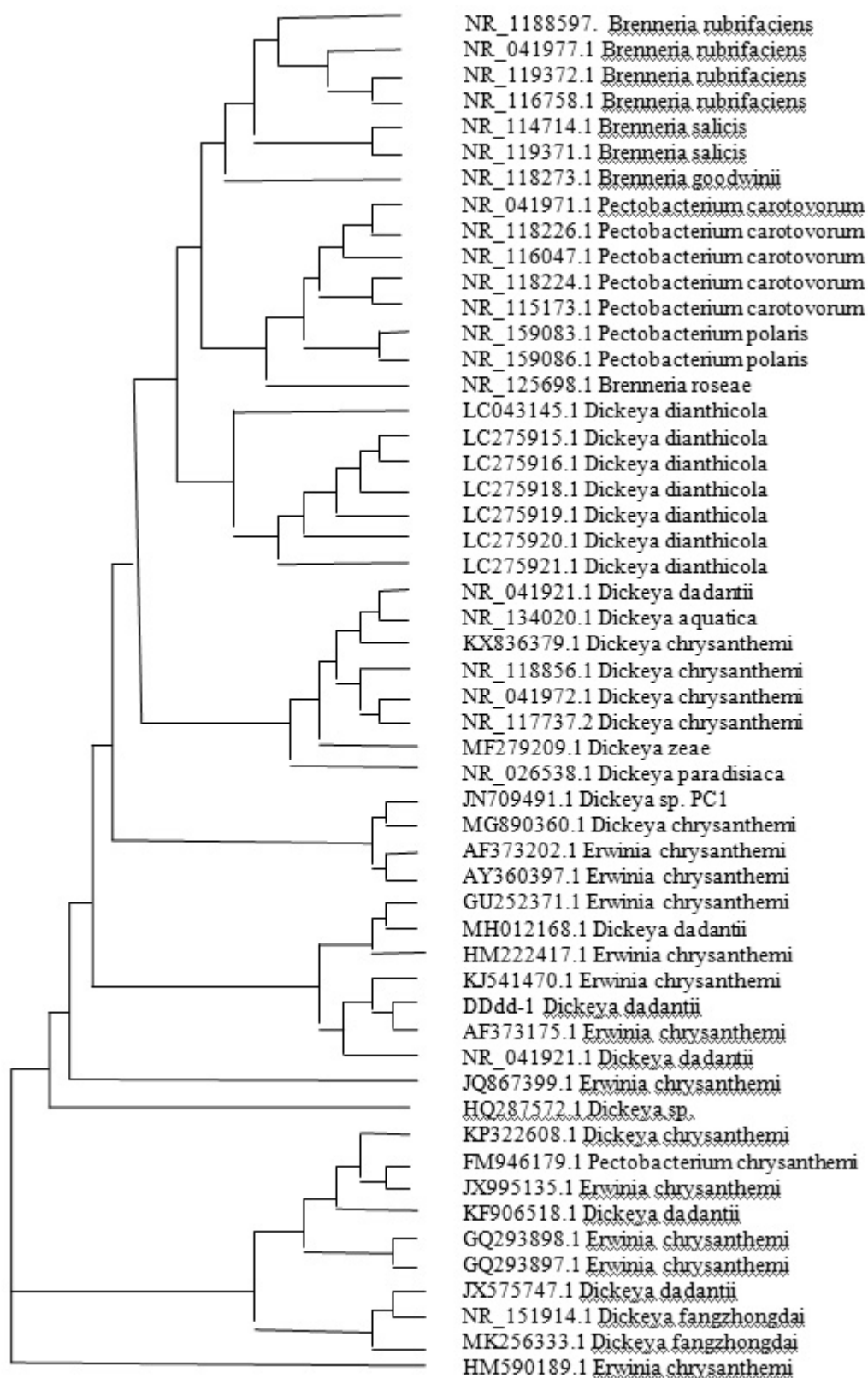
Аурудың белгісі бар, морфологиялық өзгеріске ұшыраған қайың ағаштарының діңінен арнайы Naglof бұрғысы (ұз. 100–500 мм, дм 4,3 мм) арқылы көлденең бағытта керндер алынды (1-сурет). Алынған керндер (3–12 см) сыртынан 90 %-дық этил спиртімен сүртіліп, стирильді пробиркаларға салынып, пайдаланғанға дейін тоңазытқышта 3–4 °С-та сақталды. Керндерден ауруға шалдыққан ағаш діңінің қабығынан (тоз, перидерма) бастап камбийдің, сүректің, ондағы трахеялық элементтердің (флоэма, ксилема), сүректік талшықтар (либриформа) мен паренхиманың және өзектің зақымдалатынын көруге болады. Бұл аурудың түтікті-паренхималы індет екенін дәлелдейді. Керндерден ауру қоздырғыштарды бөліп алып, олардың таза штамдарын алу үшін әртүрлі жасанды қоректік орталар пайдаланылды (стандартты агар, картопты агар, ет-пептонды агар, эндо). Стирильді жағдайда, ламинарлық бокс камерасында керндердің ұзына бойының әр жерінің ішкі тұсынан көлемдері 0,8–1 мм болатындай бөлшектері кесіп алынып, Петри табақшаларындағы қоректік орталарға отырғызылды. Осылай инокуляцияланған қоректік орталар термостатта 26,5 °С-та инкубацияланды. Пайда болып өсе бастаған екпе колониялар күн сайынғы бақылауға алынып, сипаттамалары (колониялар бітімі мен пішіні, тығыздығы, түсі және өсу қарқындылығы) жасалды. Қоректік ортадағы бактерия колонияларын басқа микроорганизмдерден тазарту үшін қайта өрмек тәрізді себу әдісі қолданылды (1-сурет).

Қоректік ортада өсе бастаған 5 күндік бактерия колонияларының сипаттамасы келесідей: колониялар керн дискісін жиіктей орналасқан, жиіктері тарамдалмаған, біркелкі емес, толқын тәрізді, түсі ақ, керн дискілерінен 0,2–0,4 см шетке қарай тараған. Тазартылған 5 күндік екпе колониялардың пішіні дискі тәрізді домалақ, түсі ақ-жылтыр, ақшылтым, жиіктері тегіс, консистенциясы тығыз, қоймалжың, көлемдері 9×10 мм, 4×7 мм, 3×6 мм, 4×6 мм, 5×9 мм.

Гендік типтеу мақсатында бактерия культураларынан ДНҚ-ны бөліп алу үшін алдымен шыны пробиркадағы культураларды пластикалық пробиркаға ауыстырып, культураның 1 мл мөлшері пайдаланылды. Бұл үдеріс Kate Wilson [15] әдісімен іске асырылды. Алынған үлгі центрифугаға 10 минутқа 12000 мин/айналымға қойылды. Тұнбаға 500 мкл ТЕ буферін араластырып (суспензиялап), оған 20 мкл лизоцим қосып 37 °С-та 1 сағат инкубацияладық. Сонан соң 30 мкл мөлшерде 10 % SDS және 3 мкл К протеиназа (20 мг/мл) қостық. Оған жасуша мембранасының фрагменттерін, полисахаридтер мен ақуыздардың қалдығын жою үшін 100 мкл 5М NaCl қосылды. Вортексте араластырып, үстіне 80 мкл СТАВ (10 % СТАВ-та 07 М NaCl) ерітіндісі қосылды. Қайтадан вортексте араластырып 65 °С-та 10 минут инкубацияладық. Содан соң бөлініп алынған ДНҚ-ны фенол/хлороформ әдісімен тазаладық. Ол үшін алынған суспензияға 700 мкл хлороформ/изоамил спирті (24/1) қосып, шайқап, 12000 мин/айналымда 10 минут центрифугаладық. Бөлінген су бөлігін жаңа пробиркаға құйып алып, тағы да фенол/хлороформ (1:1) қоспасын қосып, центрифугалап, культураның қажет емес басқа белок және клетка мембранасының қалдықтарынан тазаладық. Сонан соң, оның жоғарғы сұйықтық бөлігін (1,5 мл) жаңа пробиркаға құйып алып, оған 600 мкл изопропил спирті қосып, ДНҚ-ны тұндырып алдық. Пробирканың түбінде тұнған ДНҚ-ны 70 % этил спиртімен шайып алып, тазаланған ДНҚ үлгілеріне 100 мкл ТЕ буферін қосып –20 °С-қа мұздатқышқа салып қойдық. Бөлініп алынған ДНҚ үлгілерінің концентрациясы 260 нм толқын ұзындығында NanoDrop спектрометрдің көмегімен анықталды.

*16SrRNA гені фрагментінің амплификациясы.* ПТР келесідей эмбебап праймерлермен жүргізілді: 8f 5'-agagtttgatcctggctcag-3 және 806R-5'ggactaccagggtatctaat, жалпы мөлшері 20 мкл. ПТР қоспасында 150 нг ДНҚ, 1 бірлік MaximaHotStartTaqDNA Polymerase (Fermentas), әр біріне 0,2 mM дНУФ (дезоксинуклеозодоушфосфат), бір реттік ПТР буфер (Fermentas), 2,5 mM MgCl<sub>2</sub>, әр бірінде 10 п/моль праймер бар. ПТР амплификациясының бағдарламасы бойынша алғашқыда 95 °С-та денатурация жасалады, сонан соң кезектесе жүретін 30 цикл: 95 °С-та 30 секунд, 55 °С — 40 секунд, 72 °С — 1 минут, соңғы элонгация 72 °С-та 7 минут бойы жүріп аяқталады.

*Нуклеотидтік тізбекті анықтау.* Байланыспаған праймерлерден ПТР өнімін тазалау үшін ферменттік әдіс Exonuclease I (Fermentas) мен сілтілік фосфатаза (Shrimp Alkaline Phosphatase, Fermentas) пайдаланылды. Ал секвендеу реакциясы BigDye® Terminator v3.1 Cycle Sequencing Kit (Applied Biosystems) өндірушінің қолдану ережесі бойынша 3730xl DNA Analyzer (Applied Biosystems) автоматты генетикалық анализаторда, нуклеотидтік тізбекті фрагменттерге ретімен бөлетін секвенаторды қолдану арқылы жүзеге асты. ПЦР бағдарламасы BioRad T100 (BioRad) амплификаторын қолдану арқылы орындалды.



2-сурет. Зерттелген үлгінің филогенетикалық шежіресі (древа)

Жоғарыда баяндалғандай ауру ағаш діндерінен (көрнеулерінен) бөлініп алынған таза культуралық штамдарды секвендеу негізінде олардың *16S rRNA*-дың 8f және 806R нуклеотидтік тізбегінің реттіктері анықталды. Алынған тізбек SeqMan (Applied Biosystems) бағдарламасына енгізілді. Сонан соң, олардың ұштық фрагменттері (сапасы төмен праймерлері мен фрагменттердің нуклеотидті көрсететін реттері) алып тасталды. Алынған тізбек GeneBank мәліметтер базасындағы BLAST —

(Basic Local Alignment Search Tool) пайдалана отырып, оған туыс келетін түрлер және олардың ара қатынастарын (сәйкестіктері) көрсететін филогенетикалық шежіресі құрылды (2-сурет). Алынған нәтижелерді есептеу секвенделген *16SrRNA* тізбегінің 650 сайттары бойынша жүргізілді. Филогенетикалық шежірені құру Clustal Omega < Multiple Sequence Alignment < EMBL-EBI компьютерлік бағдарламасы пакетіндегі ақиқатқа барынша жақындау әдісі арқылы іске асырылды.

Нәтижесінде зерттелген бактериялық обыр штамдарының нуклеотидтік тізбегінің реттік тәртібі, бактериялардың GeneBank-тегі *16SrRNA* нуклеотидтік тізбектерінің *Dickeya dadantii subsp-ke* 96,72 %-ға ұқсастығын (гомологтылығын) көрсетті. Аталған штамның нуклеотидтік тізбегінің реті негізінде оның басқа түрлер арасындағы филогенетикалық туыстық қарым-қатынастары анықталды (2-ші суретте). Дендрограммада DDdd-1 *Dickeya dadantii* штамы (біздің штамм) Генбанктегі іріктеліп алынған *Erwinia chrysanthemi* штамдар тобына сәйкес келді. Сондықтан DDdd-1 штамы екі жақын туысты (*Dickeya dadantii* және *Erwinia chrysanthemi*) біріктіретін кладка сәйкес келді.

Зерттелген үлгінің филогенетикалық шежіресінде (древа) біздің штамм DDdd-1 *16SrRNA* нуклеотидтік тізбектері бойынша GeneBank-тегі NR041921.1 *Dickeya dadantii*, KJ541470.1 *Erwinia chrysanthemi*, AF373175.1 *Erwinia chrysanthemi* бактерияларымен жақын туыстық қарым-қатынасты көрсетті. Жалпы, *Dickeya dadantii* өсімдіктің көптеген түрлерін зақымдайтын бактерия түрі. Мысалыға: картоп, бұрыш, темекі, күріш, спаржа, пияз, сельдерей, ананас, сәндік өсімдіктерден: орхидеялар, қызғалдақтар, циклорий, драценалар, амариллис, бегония, хризантема, каланхоэ, соңғы жылдары ағаштекес өсімдіктерден де анықталған. Ол су, жел және насекомдар арқылы таралып, жоғары ылғалдылық пен температурада (71 °-тан 93°) тіршілігін жалғастыратын патоген. Ал, *Erwinia chrysanthemi* қызанақ, картоп, темекі, сәбіз, хризантема өсімдіктерінде дымқыл қоңыр немесе қара түсті жаралар тудырады. Аталмыш екі түрдің таралуы мен өсімдіктердің түрлерін зақымдау барысында біршама айырмашылық болғанымен, *16SrRNA* нуклеотидтік тізбектерінде үлкен ұқсастық бар. Кейіннен осы ұқсастықтарды ескере отырып және де 16S рДНК нуклеотидтік тізбегін талдау арқылы Samson et al. *E. chrysanthemi*-ді *Erwinia* туысынан бөліп алып, оған белгілі микробиолог 2005 жылы Dickey R.S. есімін беріп, жаңа статусқа — *Dickeya* туысына көтергені жайлы жоғарыда айтылды.

#### Қорытынды

Сонымен, Нұр-Сұлтан қаласын қоршай орналасқан жасыл белдемде өсіп тұрған қайың ағаштарында кездесетін бактериялық обырдан бөлініп алынған бактерия штамдарын культуралық-морфологиялық және молекулалық-гендік зерттеулер нәтижесінде және халықаралық Генбанктегі сәйкес түрлермен салыстыра талдау негізінде *Pectobacteriaceae* тұқымдасының *Dickeya* туысына жататын түр — *D. dadantii pv. Betulae* деп санаймыз. Оның дәлелін 2-суретте келтірілген туыстық қатынастары жақын түрлердің филогенездік шежіресінен көруге болады. Біздің түрмен (DDdd-1 *Dickeya dadantii*) бір кладтағы түрлерді (индекстік номерлері әр түрлі *Erwinia chrysanthemi*) *Dickeya dadantii*-дің синонимдері деп қарастыруға негіз жеткілікті. Себебі жоғарыда келтірілген шолудан байқасақ, иелік өсімдіктерге сәйкестенуі өте кең ауқымды бұл патогенді (*Erwinia chrysanthemi*) әр зерттеуші кезінде әр түрліше атаған. Жалпы, *Dickeya* туысы түрлер құрамы жағынан, олардың бір-бірімен туыстық жақын-алшақтықтары тұрғысында және иелік өсімдіктерінің құрамдары жағынан әлі де көп зерттеулерді қажет ететін күрделі таксон.

#### Әдебиеттер тізімі

- 1 Carter J.C. Wetwood of elms / J.C. Carter // Bull. Illinois Nat. Hist. Surv. — 1945. — P. 401–448.
- 2 Черпаков В.В. Бактериальный ожог лесных пород / В.В. Черпаков // Тез. докл. III Всесоюз. конф. по бактериальным болезням растений. — Тбилиси, 1976. — С. 195–197.
- 3 Щербин-Парфененко А.Л. Бактериальные заболевания лесных пород / А.Л. Щербин-Парфененко. — М.: Гослесбумиздат, 1963. — 148 с.
- 4 Мироненко О.Н. Бактериальное заболевание березняков в Казахстане / О.Н. Мироненко, С.А. Кабанова, О.Ю. Баранов, М.А. Данченко // Вестн. ПГТУ. — 2016. — № 6. — С. 90.
- 5 Winslow C.-E.A. The families and genera of the bacteria. Preliminary report of the committee of the Society of American Bacteriologists on characterization and classification of bacterial types / C.-E.A. Winslow, J. Broadhurst, R.E. Buchanan, C. Jr. Krumwiede, L.A. Rogers, G.H. Smith // J. Bacteriol. — 1917. — P. 505–566.
- 6 Waldee E.L. Comparative studies of some peritrichous phytopathogenic bacteria / E. L. Waldee // Iowa State J. Sci. — 1945. — Vol. 19. — P. 435–484.
- 7 Dye D.W. A taxonomic study of the genus *Erwinia*. I. The, «amylovora» group / D.W. Dye // New Zeal. J. Sci. — 1968. — Vol. 11. — P. 590–607.



- 8 Dye D.W. A taxonomic study of the genus *Erwinia*. II. The «carotovora» group / D.W. Dye // *New Zeal. J. Sci.* — 1969. — Vol. 12. — P. 81–97.
- 9 Suharjo R. Phylogenetic study of Japanese *Dickeya* spp. and development of new rapid identification methods using PCR-RFLP / R. Suharjo, H. Sawada, Y. Takikawa // *J. Gen. Plant. Pathol.* — 2014. — Vol. 80. — P. 237–254.
- 10 Лазарев А.М. Новый возбудитель бактериоза картофеля атакует российские поля / А.М. Лазарев // *Защита и карантин растений.* — 2013. — № 6. — С. 11.
- 11 Dye D.W. A proposed nomenclature and classification for plant pathogenic bacteria / D.W. Dye // *New Zeal. J. Agric. Res.* — 1978. — Vol. 21. — P. 153–177.
- 12 Hauben L. Phylogenetic position of phytopathogens within the *Enterobacteriaceae* / L. Hauben, E.R.B. Moore, L. Vauterin, M. Steenackers, J. Mergaert, L. Verdonck, J. Swings // *Syst. Appl. Microbiol.* — 1998. — P. 384–397.
- 13 Шелуха В.П. Бактериальная водянка березы и эффективность мероприятий по борьбе с ней в насаждениях зон смешанных и широколиственных лесов / В.П. Шелуха, В.А. Сидоров. — Брянск: БГИТА, 2009. — 117 с.
- 14 Черпаков В.В. Этиология бактериальной водянки древесных растений / В.В. Черпаков // *Изв. СПб. лесотехн. акад.* — 2017. — Вып. 220. — С. 125–139.
- 15 Collins M.D. Deoxyribonucleic Acid Homology Studies of *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus paracasei* sp. nov., subsp. *paracasei* and subsp. *tolerans*, and *Lactobacillus rhamnosus* sp. nov., comb. nov. / D.M. Collins, A.B. Phillips, P. Zanoni // *International Journal of Systematic Bacteriology.* — 1989. — Vol. 39, Iss. 4. — P. 105–108.

С.А. Абиев, А.К. Баубекова, Р.З. Асилханова

### Определение фитопатогенных бактерий, поражающих древесину березы повислой (*Betula pendula*), методом молекулярной идентификации и создание филогенетической генеалогии

В статье рассмотрены морфологические изменения березы повислой (*Betula pendula* Roth.), произрастающей в искусственных лесах «зеленого пояса», окружающих город Нур-Султан; изучены морфологические изменения, связанные с поражением бактериальным раком; получены образцы зерна из стволов больных деревьев; выращены выделенные бактериальные культуры в питательных средах; приведены их культурально-морфологические характеристики. Работа по получению зерен из ствола березы, выделению из них чистых штаммов возбудителя болезни, молекулярной идентификации нуклеотидной цепи рибосомной РНК *16S* и сопоставлению этих результатов с соответствующими данными на международной базе *Gene Bank* была проведена современными методами в области бактериологии и ботаники. Молекулярные характеристики выделенных бактериальных штаммов соответствовали 96,72 % типичного штамма *Dickeya dadantii* по данным Международного банка генов.

*Ключевые слова:* бактериальный рак, культура, штамм, бактерия, ДНК, зерно, бур, идентификация, бактериоз.

S.A. Abiyev, A.K. Baubekova, R.Z. Asilkhanova

### Detection of phytopathogenic bacteria damaging weeping birch (*Betula Pendula*) by molecular identification method and creation of phylogenetic genealogy

The article discusses the morphological changes of birch trees (*Betula pendula* Roth.) due to bacterial cancer that grow in the artificial forest «Green Belt» surrounding the city of Nur — Sultan. Kernel samples were taken from diseased tree trunks, isolated bacterial cultures were grown in nutrient medium and given cultural and morphological characteristics. Extraction of cores from diseased birch trunks, isolation of pure strains of the pathogen, molecular identification of ribosomal RNA *16S* nucleotide chains and comparison of these results with relevant data from the international database *Gene Bank* are carried out using modern methods in the field of bacteriology and botany. The molecular characteristics of the isolated bacterial strains corresponded to 96.72 % of the typical strain *Dickeya dadantii* based on the international *Gene Bank*.

*Key words:* bacterial cancer, medium, strain, bacteria, DNA, core, drill, identification, bacteriosis.

#### References

- 1 Carter, J.C. (1945). Wetwood of elms. *Bull. Illinois Nat. Hist. Surv.*, 401–448.
- 2 Cherpakov, V.V. (1976). Bakterialnyi ozhoh lesnykh porod [Bacterial forest burn]. Abstracts. *III Vsesoiuznaia konferentsiia po bakterialnym bolezniam rastenii — III All-Union Conference on Bacterial Plant Diseases.* (p. 195–197). Tbilisi [in Russian].

- 3 Shcherbin-Parfenenko, A.L. (1963). *Bakterialnye zabolevaniia lesnykh porod* [Bacterial diseases of forest species]. Moscow: Hoslesbumizdat [in Russian].
- 4 Mironenko, O.N., Kabanova, S.A., Baranov, O.Yu. & Danchenko, M.A. (2016). Bakterialnoe zabolevanie berezniakov v Kazakhstane [Bacterial disease of birch forests in Kazakhstan]. *Vestnik PHTU — PSTU Bulletin*, 6, 90 [in Russian].
- 5 Winslow, C.-E.A, Broadhurst, J., Buchanan, R. E., Krumwiede, C. Jr., Rogers, L.A., & Smith, G.H. (1917). Smith The families and genera of the bacteria. Preliminary report of the committee of the Society of American Bacteriologists on characterization and classification of bacterial types. *J. Bacteriol.*, 505–566.
- 6 Waldee, E.L. (1945). Comparative studies of some peritrichous phytopathogenic bacteria. *Iowa State J. Sci.*, 19, 435–484.
- 7 Dye, D.W (1968). A taxonomic study of the genus *Erwinia*. I. The, “amylovora” group. *New Zeal. J. Sci.*, 11, 590–607.
- 8 Dye, D.W. (1969). A taxonomic study of the genus *Erwinia*. II. The “carotovora” group. *New Zeal. J. Sci.*, 12, 81–97.
- 9 Suharjo, R., Sawada, H., & Takikawa, Y. (2014). Phylogenetic study of Japanese *Dickeya* spp. and development of new rapid identification methods using PCR–RFLP. *J. Gen. Plant Pathol.*, 80, 237–254.
- 10 Lazarev, A.M. (2013). Novyi vzbuditel bakterioza kartofelia atakuet rossiiskie polia [New pathogen of potato bacteriosis attacks Russian fields]. *Zashchita i karantin rastenii — Plant protection and quarantine*, 6, 11 [in Russian].
- 11 Dye, D.W. (1978). A proposed nomenclature and classification for plant pathogenic bacteria. *New Zeal. J. Agric Res.*, 21, 153–177.
- 12 Hauben, L., Moore, E.R.B, Vauterin, L., Steenackers, M., Mergaert, J., Verdonck, L., & Swings, J. (1998). Phylogenetic position of phytopathogens within the *Enterobacteriaceae*. *Syst. Appl. Microbiol.*, 384–397.
- 13 Shelukho, V.P., & Sidorov, V.A. (2009). *Bakterialnaia vodiianka berezy i effektivnost meropriiatii po borbe s nei v nasazhdeniakh zon smeshannykh i shirokolistvennykh lesov* [Birch Bacterial dropsy and the effectiveness of measures to combat it in plantations of mixed and deciduous forests]. Bryansk: BGITA [in Russian].
- 14 Cherpakov, V.V. (2017). Etiologhiia bakterialnoi vodiianki drevesnykh rastenii [Etiology of bacterial dropsy of woody plants]. *Izvestiia Sankt-Peterburhskoi lesotekhnicheskoi akademii — Bulletin of the St. Petersburg Forestry Technical Academy*, 220, 125–139 [in Russian].
- 15 Collins, M.D., Phillips, B.A., & Zanoni, P. (1989). Deoxyribonucleic Acid Homology Studies of *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus paracasei* sp. nov., subsp. *paracasei* and subsp. *tolerans*, and *Lactobacillus rhamnosus* sp. nov., comb. nov. *International Journal of Systematic Bacteriology*, 39, 4, 105–108.

M.K. Butumbayeva\*, M.M. Silant'eva

*Altai State University, Barnaul, Russia*

*\*Corresponding author: madina\_butumbaeva@mail.ru*

## **Evaluation of successful introduction of plants from *Lamiaceae* family in the conditions of the Karaganda and Zhezkazgan cities**

Evaluation of the success of plant introduction is an important stage of determining the possibility of industrial cultivation of individual taxa from an economic point of species. The success of the introduction is assessed on the basis of multi-year observations based on the evaluation of a number of indicators. The purpose of this study is to analyze the success of the introduction of species from the *Lamiaceae* family in the conditions of the cities of Karaganda and Zhezkazgan. The article presents the results of the assessment of the success of the introduction of plants of the *Lamiaceae* family on the territory of the cities of Karaganda (E.A. Buketov Karaganda University) and Zhezkazgan (Zhezkazgan Botanical Garden). In the city of Karaganda, 20 species from 13 genera were analyzed, in the city of Zhezkazgan — 14 species from 9 genera. Promising groups have been identified that allow recommending plants for industrial cultivation. In the conditions of the city of Karaganda, 6 species are classified as highly perspective, 4 species are perspective, 8 species are low perspective, and 2 species are not perspective. In the city of Zhezkazgan, 2 species are highly perspective, 3 species are perspective, 4 species are low perspective, and 5 species are not perspective. Plants suitable for cultivation in the conditions of the city of Karaganda and Zhezkazgan have been identified. The obtained results can be used for production of raw materials for food, aromatic and pharmaceutical industries.

*Keywords:* success of introduction, *Lamiaceae* family, Karaganda, Zhezkazgan, scoring points, possibility of industrial cultivation.

### *Introduction*

The introduction of plants is one of the initial stages of the cultivation of plants in order to verify the possibility of their growth under certain soil and climatic conditions, as well as for industrial production of raw materials.

Usually, introductory research is carried out in botanical gardens of various levels and botanical organizations [1]. As a result of the introduction into the culture, the question arises of assessing the success of their introduction [2], that is, the isolation of objects suitable for further cultivation and practical using.

Representatives of the *Lamiaceae* Lindl. family today are species of flora with a fairly large content of biologically active substances (aromatic, phenolic, lipid, steroid compounds, resins, organic and mineral substances), widely used in official and folk medicine. Organs and herbs of plants of this family are raw materials for pharmaceutical, food, cosmetic, technical and many other industries [3–11].

In Kazakhstan, this family is represented by 233 species, united in 45 genera [12]. Species of *Lamiaceae* participate in the formation of various types of plant communities, are harvested as essential and medicinal plants, are used as excellent meadow, ornamental and fodder plants [5].

Earlier, in the territory of the Karaganda region, a primary assessment of the distribution of wild species of the *Lamiaceae* was carried out, maps of ranges [13] were compiled; resources of some species were determined [14]. So, out of 50 identified species, 43 species were assigned to essential-oil plants, to medicines — 32 species, to honey — 47 species, to feed — 28 species, to technical — 6 species, food — 7 species, decorative — 18 species and vitamin — 5 species [15].

There is information on the introduction of certain species [16], however, the introductive potential of all representatives has not been practically investigated. Evaluation of the success of plant introduction allows you to choose the species that can be successfully grown in the conditions of the Central Kazakhstan, to be used as a source of raw materials for various industries.

Based on the above, the purpose of this study is to assess the success of the introduction of plants from the *Lamiaceae* family in the conditions of the Central Kazakhstan (the cities of Karaganda and Zhezkazgan).

*Materials and methods*

The object of the study was the collections of natural flora and medicinal plants of E.A. Karaganda Karaganda University and the Zhezkazgan Botanical Garden. The data analysis covered the period of observations of collectible plants of the *Lamiaceae* family from 1998 to 2018.

The success assessment of the introduction of medicinal plants was carried out according to visual observations on a 100-point scale developed by R.A. Karpisonova and supplemented by A.N. Kupriyanov (2004) [17, 18]. Such indicators as winter resistance, resistance to diseases and pests, the general state of plants, methods of reproduction in culture, the general state of plants during the growing season were evaluated.

Species with 90 to 100 points were classified as highly perspective plants for a given region; from 80 to 90 points — to perspective; from 60 to 80 points — to low perspective; below 60 points — to not perspective (Table 1).

Table 1

**Evaluation of introduction success indicators based on visual observations**

Parameters	Measure Evaluation Time	Points				
		0	5	10	15	20
Winter resistant	In spring, after growing plants	completely freeze after winter	more than 50 % of individuals freeze	30–50 % of individuals freeze out	less than 30 % of individuals freeze	plants without winter damage
Resistance to diseases and pests	During plant flowering	die due to pests or diseases influence	It is damaged annually and abundantly (more than 50 % of the sheet surface is damaged)	damage severe, but not annual	annual or non-annual non-severe damage (less than 50 % damage)	plants without damage
The general state of plants	Towards the end of the growing season	–	low-power plants that do not reach their natural size in culture	–	do not differ in size from plants in natural habitats	plants are more powerful than in nature
Methods of reproduction in culture	Towards the end of the growing season	–	grow, but do not flower or form seeds	bloom, but do not bear fruit	seed ratio small or not annual	annually bloom and form seeds
The general state of plants during the growing season	Based on the results of many years of observations	–	re-engagement in culture	artificial vegetative reproduction	natural vegetative reproduction	subsequent reproduction

*Results and discussion*

The points of introduction — Karaganda and Zhezkazgan differ significantly in the complex of soil-climatic conditions [19]. So, Karaganda is located in the steppe zone. The climate is continental with a temperature difference from 20 to 40 °C. The winter period lasts from mid-late October to April. The average length of the warm season is 180–195 days; the average January temperature is –15.1 °C (Table 2), July +20.2 °C. Maximum positive temperatures up to +45–47 °C, in some years there were decreases in temperatures up to +42 °C. A stable snow cover forms in the 1st-2nd decades of November and lasts until mid-March. The depth of snow cover is from 30 to 120 cm.

Main climatic indicators of Karaganda and Zhezkazgan

Month	Indicator					
	Average air temperature, °C		Relative air humidity, %		Precipitation, mm	
	Karaganda	Zhezkazgan	Karaganda	Zhezkazgan	Karaganda	Zhezkazgan
January	-15.1	-16.1	60	80	14	23
February	-14.8	-14.6	80	80	14	22
March	-8.7	7.2	82	80	15	23
April	3.0	6.2	68	61	22	17
May	13.1	15.5	55	47	31	13
June	18.6	21.5	53	42	39	20
July	20.2	24.0	55	40	41	18
August	17.3	21.2	58	42	29	13
September	11.8	14.4	70	47	21	10
October	2.8	4.8	80	61	27	15
November	-6.8	-5.1	80	78	17	14
December	-13.3	-12.0	82	80	16	20
Average per year	2.3	4.3	66	62	282	208

Zhezkazgan city is located in the desert zone. The climate is sharply continental, strongly arid, temperature differences reach 50–60 °C. The winter period lasts from early November to early March. The average January temperature is -16.1 °C; for July is +24.0 °C. A stable snow cover is formed in late November — early December and remains until the 1st-2nd decades of March. That is, the growing season is longer, but less precipitation.

Under the conditions of Karaganda, 20 species of plants from the *Lamiaceae* family [20], which belong to 13 genera, underwent an introduction test (Table 3).

Table 3

Indicators of the success of the introduction of plants of the *Lamiaceae* family in the conditions of Karaganda

Genus	Species	Introduction Success Rates, Points
<i>Hyssopus</i> L.	<i>H. ambiguus</i> (Trautv.) Iljin	95
	<i>H. officinalis</i> L.	90
<i>Lavandula</i> L.	<i>L. angustifolia</i> Mill.	90
<i>Leonurus</i> L.	<i>L. cardiaca</i> L.	100
	<i>L. glaucescens</i> Bunge	95
	<i>L. quinquelobatus</i> Gilib.	95
<i>Lophanthus</i> Adans.	<i>L. schrenkii</i> Levin	50
<i>Melissa</i> L.	<i>M. officinalis</i> L.	80
<i>Mentha</i> L.	<i>M. arvensis</i> L.	75
	<i>M. longifolia</i> (L.) Huds.	80
	<i>M. piperita</i> L.	65
<i>Nepeta</i> L.	<i>N. pannonica</i> L.	85
<i>Origanum</i> L.	<i>O. vulgare</i> L.	75
<i>Phlomidoides</i> Moench	<i>Ph. tuberosa</i> (L.) Moench	90
<i>Salvia</i> L.	<i>S. officinalis</i> L.	50
	<i>S. stepposa</i> Shost.	95
<i>Stachys</i> L.	<i>S. officinalis</i> L.	80
<i>Thymus</i> L.	<i>Th. marschallianus</i> Willd.	95
	<i>Th. serpyllum</i> L.	80
<i>Ziziphora</i> L.	<i>Z. clinopodioides</i> Lam.	90

According to the results of long-term observations, species received from 50 to 100 rating points for the success of introduction. The highest score (100 points) was for *Leonurus cardiaca*, the minimum (50 points) for *Salvia officinalis*. The last object received low scores due to extinction in winter. The remaining species practically did not suffer from winter conditions.



In general, most species received scores from 80 to 95 points, that is, they successfully grow under crop conditions, are resistant to winter conditions, pathogens and can successfully reproduce.

In the city of Zhezkazgan, 14 species from 9 genera underwent an introduction test (Table 4).

Table 4

**Indicators of the success of the introduction of plants of the *Lamiaceae* family in the conditions of Zhezkazgan**

Genus	Species	Introduction Success Rates, Points
<i>Hyssopus</i> L.	<i>H. officinalis</i> L.	90
<i>Leonurus</i> L.	<i>L. glaucescens</i> Bunge	100
<i>Melissa</i> L.	<i>M. officinalis</i> L.	55
<i>Mentha</i> L.	<i>M. longifolia</i> (L.) Huds.	80
	<i>M. piperita</i> L.	60
<i>Phlomoidea</i> Moench	<i>Ph. tuberosa</i> (L.) Moench	95
<i>Salvia</i> L.	<i>S. aethiopsis</i> L.	25
	<i>S. officinalis</i> L.	25
	<i>S. sclarea</i> L.	55
	<i>S. stepposa</i> Shost.	90
<i>Scutellaria</i> L.	<i>S. baicalensis</i> Georgi	55
<i>Stachys</i> L.	<i>S. betoniciflora</i> Rupr.	90
	<i>S. officinalis</i> L.	65
<i>Thymus</i> L.	<i>Th. marschallianus</i> Willd.	65

In desert conditions of Zhezkazgan, 5 species received low success scores, minimum (25 points) were noted for *Salvia aethiopsis* and *S. officinalis*, maximum (100 points) — *Leonurus glaucescens*. The current situation is explained by the fact that on the territory of the city of Zhezkazgan more severe climatic conditions are observed [19], which leads to low indicators of plant introduction.

The results showed that in the conditions of the city of Karaganda:

- 6 species are assigned to the group of highly perspective species (*Hyssopus ambiguus*, *Leonurus glaucescens*, *L. cardiaca*, etc.);
- 4 species are assigned to perspective species (*Hyssopus officinalis*, *Nepeta pannonica*, *Phlomoidea tuberosa*, *Ziziphora clinopodioides*);
- low perspective species include 8 species (*Thymus serpyllum*, *Stachys officinalis*, *Mentha longifolia*, *M. arvensis*, *Origanum vulgare*, etc.);
- not perspective — 2 (*Lophanthus schrenkii* and *Salvia officinalis*).

In the city of Zhezkazgan:

- 2 taxa are assigned to highly perspective species (*Leonurus glaucescens* and *Phlomoidea tuberosa*);
- perspective species — 3 (*Hyssopus officinalis*, *Salvia stepposa*, *Stachys betoniciflora*);
- low perspective species — 4 (*Mentha longifolia*, *Mentha piperita*, *Stachys officinalis*, *Thymus marschallianus*);
- the remaining species belong to the group of not perspective — 5 taxa.

Species included in the group of highly promising and promising can be used for industrial cultivation in order to obtain raw materials.

### Conclusion

Thus, according to the results of research, the results of the successful introduction of plants of the *Lamiaceae* family in the conditions of the Central Kazakhstan were determined; taxa that can be grown on an industrial scale were determined. The obtained results can be used to organize industrial cultivation of plants for the needs of the food, pharmaceutical and aromatic industries.

### Acknowledgements

The article has been prepared as a part of complex survey of river valleys of the Karaganda region (the Central Kazakhstan) carried out within the framework of cooperation between E.A. Buketov Karaganda University and Altai State University (Barnaul).

## References

- 1 Карпун Ю.Н. Основы интродукции растений / Ю.Н. Карпун // Hortus botanicus. — 2004. — № 2. — С. 17–32.
- 2 Крохмаль И. Концепция прогноза успешности интродукции травянистых многолетников в степную зону Украины / И. Крохмаль // Вестн. Киев. нац. ун-та им. Т. Шевченко. — 2016. — № 1(71). — С. 66–77.
- 3 Абышева Л.Н. Дикорастущие полезные растения России / Л.Н. Абышева, Л.М. Беленовская, Н.С. Бобылева. — СПб.: Изд-во СПХФА, 2001. — 663 с.
- 4 Мяделянец М.А. Губоцветные Хакасии: видовой состав, экология и перспективы использования: автореф. дис. ... канд. биол. наук / М.А. Мяделянец. — Новосибирск, 2008. — 17 с.
- 5 Грудзинская Л.М. Аннотированный список лекарственных растений Казахстана: справ. изд. / Л.Н. Грудзинская, Н.Г. Гемеджиева, Н.В. Нелина, Ж.Ж. Каржаубекова. — Алматы, 2014. — 200 с.
- 6 Логвиненко Л.А. Ароматические растения семейства *Lamiaceae* для фитотерапии / Л.А. Логвиненко, Л.А. Хлыпенко, Н.В. Марко // Фармация и фармакология. — 2016. — Т. 4, № 4. — С. 34–47. <https://doi.org/10.19163/2307-9266-2016-4-4-34-47>
- 7 Khoury M. Report on the Medicinal Use of Eleven *Lamiaceae* Species in Lebanon and Rationalization of Their Antimicrobial Potential by Examination of the Chemical Composition and Antimicrobial Activity of Their Essential Oils / M. Khoury, D. Stien, V. Eparvier, N. Ouaini, M. El Beyrouthy // Hindawi. — 2016. — Article ID 2547169. <https://doi.org/10.1155/2016/2547169>
- 8 Blank D.E. Chemistry and Environment Bioactive Compounds and Antifungal Activities of Extracts of *Lamiaceae* Species / D.E. Blank, G.H. Alves, P. Da, S. Nascente, R.A. Freitag, M.B. Cleff // Journal of Agricultural Chemistry and Environment. — 2020. — Vol. 9. — P. 85–96. <https://doi.org/10.4236/jacen.2020.93008>
- 9 Carović-Stanko K. Medicinal Plants of the Family *Lamiaceae* as Functional Foods — a Review / K. Carović-Stanko, M. Petek, M. Grdiša, J. Pintar, D. Bedeković, M.H. Čustić, Z. Satović // Czech J. Food Sci. — 2016. — Vol. 34, Iss. 5. — P. 377–390. <https://doi.org/10.17221/504/2015-CJFS>
- 10 Звездина Е.В. Представители семейства *Lamiaceae* Lindl. как источники лекарственного растительного сырья для получения нейротропных средств (обзор) / Е.В. Звездина, Ж.В. Дайронас, И.И. Бочкарева, И.Н. Зилфикаров, Е.Ю. Бабаева, Е.В. Ферубко, З.А. Гусейнова, Ф.К. Серебряная, С.Р. Каибова, Т.А. Ибрагимов // Фармация и фармакология. — 2020. — Т. 8, № 1. — С. 4–28.
- 11 Rafiyeva S. Essential oil features of some species of *Lamiaceae* Lindl. Family / S. Rafiyeva // Black sea scientific journal of academic research. — 2019. — Vol. 46, Iss. 3. — P. 30–33.
- 12 Флора Казахстана. — Т. 7. — Алма-Ата: Изд-во АН КазССР, 1964. — 495 с.
- 13 Ишмуратова М.Ю. Изучение распространения растений семейства Губоцветные на территории Карагандинской области / М.Ю. Ишмуратова, М.К. Бутумбаева, К.Б. Жолдыбаева // Методология, теория и практика современной биологии: Сб. материалов V Междунар. науч.-практ. конф. — Костанай, 2020. — С. 171–176.
- 14 Akhmetalimova A.M. Study of raw material resources of *Thymus marschallianus* at the territory of the Central Kazakhstan / A.M. Akhmetalimova, P.Z. Orazbayeva, M.Yu. Ishmuratova, S.A. Ivashenko, K. Glowniak // Bulletin of the Karaganda University. Series Biology. Medicine. Geography. — 2017. — No. 4. — P. 8–13.
- 15 Бутумбаева М.К. Оценка хозяйственных свойств видов из семейства Губоцветные флоры Карагандинской области / М.К. Бутумбаева, М.Ю. Ишмуратова, С.У. Тлеуменова // Актуальные проблемы науки и образования в области естественных и сельскохозяйственных наук: материалы Междунар. науч.-практ. конф. — Петропавловск, 2020. — Т. 1. — С. 74–77.
- 16 Ишмуратова М.Ю. Интродукция *Ziziphora clinopodioides* Lam. в условиях Центрального Казахстана / М.Ю. Ишмуратова // Вестн. Караганд. ун-та. Сер. Биология. Медицина. География. — 2007. — № 3. — С. 32–38.
- 17 Интродукция растений природной флоры Казахстана. — Алма-Ата: Наука, 1984. — 115 с.
- 18 Куприянов А.Н. Интродукция растений / А.Н. Куприянов. — Кемерово: Кузбассвузиздат, 2004. — 94 с.
- 19 Максугова П.А. Физическая география Карагандинской области / П.А. Максугова, Ш.Е. Дюсекеева, А.О. Кулмаганбетова. — Караганда, 2005. — 59 с.
- 20 Ишмуратова М.Ю. Оценка успешности интродукции травянистых эфирно-масличных растений в условиях города Караганды / М.Ю. Ишмуратова, С.У. Тлеуменова, М.К. Бутумбаева // От растения до лекарственного препарата: сб. тр. Междунар. науч. конф. — М., 2020. — С. 17–24.

М.К. Бутумбаева, М.М. Силантьева

### Қарағанды және Жезқазған қалалары жағдайындағы *Lamiaceae* тұқымдас өсімдіктер интродукциясының табыстылығын бағалау

Өсімдіктерді интродукциялаудың табыстылығын бағалау шаруашылық тұрғыдан алғанда жекелеген таксондарды өнеркәсіптік өсіру мүмкіндігін айқындаудың маңызды кезеңі болып табылады. Интродукцияның табыстылығы бірқатар көрсеткіштерді бағалау негізінде көпжылдық бақылаулар негізінде бағаланады. Зерттеудің мақсаты — Қарағанды және Жезқазған қалалары жағдайында *Lamiaceae* тұқымдасының түрлерін интродукциялаудың табыстылығына талдау жүргізу. Мақалада Қарағанды (Акад. Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды университеті) және Жезқазған (Жезқазған ботаникалық бағы) қалаларының аумағындағы *Lamiaceae* тұқымдас өсімдіктер интродукциясының табыстылығын бағалау қорытындылары келтірілген. Қарағанды қаласы бойынша 13 туыстың 20 түрі, Жезқазған қаласы бойынша 9 туыстың 14 түрі талданды. Өнеркәсіптік өсіру үшін өсімдіктерді

ұсынуға мүмкіндік беретін перспективалық топтар айқындалды. Қарағанды қаласының жағдайында жоғары перспективалы топтарға 6 түрі, перспективалыға — 4 түрі, аз перспективалыға — 8 түрі, перспективалы емеске — 2 түрі жатқызылған. Жезқазған қаласында жоғары перспективалыға 2 түрі, перспективалыға — 3 түрі, аз перспективалыға — 4 түрі, перспективалы емеске — 5 түрі жатқызылған. Қарағанды және Жезқазған қалалары жағдайында өсіруге жарамды өсімдіктер анықталды. Алынған нәтижелер тамақ, хош иіс және фармацевтика өнеркәсібі үшін шикізат алу үшін пайдаланылуы мүмкін.

*Кілт сөздер:* интродукцияның табыстылығы, *Lamiaceae*, Қарағанды, Жезқазған тұқымдасы, бағалау балдары, өнеркәсіптік өсіру мүмкіндігі.

М.К. Бутумбаева, М.М. Силантьева

## Оценка успешности интродукции растений семейства *Lamiaceae* в условиях городов Караганды и Жезказгана

Оценка успешности интродукции растений является важным этапом определения возможности промышленного выращивания отдельных таксонов с хозяйственной точки зрения. Успешность интродукции оценивалась в ходе многолетних наблюдений на основе оценки ряда показателей. Цель настоящего исследования — провести анализ успешности интродукции видов из семейства *Lamiaceae* в условиях городов Караганды и Жезказгана. В статье приведены итоги оценки успешности интродукции растений семейства *Lamiaceae* на территории городов Караганды (Карагандинский университет им. акад. Е.А. Букетова) и Жезказгана (Жезказганский ботанический сад). По Караганде были проанализированы 20 видов из 13 родов, по Жезказгану — 14 видов из 9 родов. Определены группы перспективности, которые позволяют рекомендовать растения для промышленного выращивания. В условиях города Караганды к группе высокоперспективных отнесены 6 видов, перспективных — 4, малоперспективных — 8, неперспективных — 2 вида. В городе Жезказгане к высокоперспективным отнесены 2 вида, к перспективным — 3, малоперспективным — 4, неперспективным — 5 видов. Выявлены растения, пригодные для выращивания в условиях гг. Караганды и Жезказгана. Полученные результаты могут быть использованы при получении сырья для пищевой, ароматической и фармацевтической промышленности.

*Ключевые слова:* успешность интродукции, семейство *Lamiaceae*, Караганда, Жезказган, оценочные баллы, возможность промышленного выращивания.

### References

- 1 Karpun, Yu.N. (2004). Osnovy introduksii rastenii [Base of plant introduction]. *Hortus botanicus*, 2, 17–32 [in Russian].
- 2 Krokmal', I. (2016). Kontsepsiia prohoza uspeshnosti introduksii travianistykh mnoholetnikov v stepnuuu zonu Ukrainy [Concept of forecast of success of introduction of herbaceous perennials into the steppe zone of Ukraine]. *Vestnik Kievskoho natsionalnoho universiteta imeni T. Shevchenko — Bulletin of T. Shevchenko Kiev national university*, 1(71), 66–77 [in Russian].
- 3 Abysheva, L.N., Belenovskaya, L.M., & Bobyleva, N.S. (2001). *Dikorastushchie poleznye rasteniia Rossii [Wild useful plants of Russia]*. Saint Petersburg [in Russian].
- 4 Myadelenec, M.A. (2008). Hubotsvetnye Khakasii: vidovoi sostav, ekolohiia i perspektivy ispolzovaniia [*Lamiaceae* of Khakassia: species composition, ecology and prospects for use]. *Extended abstract of Candidate's thesis*. Novosibirsk [in Russian].
- 5 Grudzinskaya, L.N., Gemedzhieva, N.G., Nelina, N.V., & Karzhaubekova, Zh.Zh. (2014). *Annotirovannyi spisok lekarstvennykh rastenii Kazakhstana [Annotated list of medicinal plants of Kazakhstan]*. Almaty [in Russian].
- 6 Logvinenko, L.A., Hlypenko, L.A., & Marko, N.V. (2016). Aromaticeskies rasteniia semeistva *Lamiaceae* dlia fitoterapii [Aromatic plants of family *Lamiaceae* for phyto-therapy]. *Farmatsiia i farmakolohiia — Pharmacia and pharmacology*, 4(4), 34–47. <https://doi.org/10.19163/2307-9266-2016-4-4-34-47> [in Russian].
- 7 Khoury, M., Stien, D., Eparvier, V., Ouaini, N. & El Beyrouthy, M. (2016). Report on the Medicinal Use of Eleven *Lamiaceae* Species in Lebanon and Rationalization of Their Antimicrobial Potential by Examination of the Chemical Composition and Antimicrobial Activity of Their Essential Oils. *Hindawi, Article ID 2547169*. <https://doi.org/10.1155/2016/2547169>
- 8 Blank, D.E., Alves, G.H., Nascente, P. Da S., Freitag, R.A., & Cleff, M.B. (2020). Chemistry and Environment Bioactive Compounds and Antifungal Activities of Extracts of *Lamiaceae* Species. *Journal of Agricultural Chemistry and Environment*, 9, 85–96. <https://doi.org/10.4236/jacen.2020.93008>
- 9 Carović-Stanko, K. Grdiša, M., Pintar, J., Bedeković, D., Čustić, M.H., & Satovic, Z. (2016). Medicinal Plants of the Family *Lamiaceae* as Functional Foods — a Review. *Czech J. Food Sci.*, 34(5), 377–390. <https://doi.org/10.17221/504/2015-CJFS>
- 10 Zvezdina, E.V., Daironas, Zh.V., Bochkareva, I.I., Zilfikarov, I.N., Babaeva, E.Yu., & Ferubko, E.V., et al. (2020). Predstaviteli semeistva *Lamiaceae* Lindl. kak istochniki lekarstvennoho rastitelnoho syria dlia polucheniia neirotropnykh sredstv (obzor) [Representatives of the *Lamiaceae* Lindl family as sources of medicinal plant raw materials for the production of neurotropic agents (overview)]. *Farmatsiia i farmakolohiia — Pharmacia and pharmacology*, 8(1), 4–28 [in Russian].

- 11 Rafiyeva, S. (2019). Essential oil features of some species of *Lamiaceae* Lindl. Family. *Black sea scientific journal of academic research*, 46(3), 30–33.
- 12 *Flora Kazakstana [Flora of Kazakhstan]*. (1964). (Vol. 7). Alma-Ata: Publ. of Academy of Science of KazSSR [in Russian].
- 13 Ishmuratova, M.Yu., Butumbaeva, M.K., & Zholdybaeva, K.B. (2020). Izuchenie rasprostraneniia rastenii semeistva Hubotsvetnye na territorii Karahandinskoi oblasti [Study of the distribution of plants of the *Lamiaceae* family in the Karaganda region]. Proceeding from Methodology, theory and practice of modern biology: *V Mezhdunarodnaia nauchno-prakticheskaiia konferentsiia — International scientific-practical conference*. (p. 171–176). Kostanai [in Russian].
- 14 Akhmetalimova, A.M., Orazbayeva, P.Z., Ishmuratova, M.Yu., Ivasenko, S.A., & Glowniak, K. (2017). Study of raw material resources of *Thymus marschallianus* at the territory of the Central Kazakhstan. *Bulletin of the Karaganda University. Biology, Medicine. Geography Series*, 4, 8–13.
- 15 Butumbaeva, M.K., Ishmuratova, M.Yu., & Tleukenova, S.U. (2020). Otsenka hoziaistvennykh svoystv vidov iz semeistva Hubotsvetnye flory Karahandinskoi oblasti [Assessment of the economic properties of species from the family *Lamiaceae* flora of the Karaganda region]. Proceedings from Actual problems of science in sphere of natural and agricultural sciences: *Mezhdunarodnaia nauchno-prakticheskaiia konferentsiia — International scientific-practical conference*. (Vol. 1, p. 74–77). Petropavlovsk [in Russian].
- 16 Ishmuratova, M.Yu. (2007). Introduktsiia *Ziziphora clinopodioides* Lam. v usloviakh Tsentralnogo Kazakhstana [Introduction of *Ziziphora clinopodioides* Lam. in the conditions of the Central Kazakhstan]. *Vestnik Karahandinskogo universiteta. Seriiia Biologiiia. Meditsina. Heohrafiia — Bulletin of the Karaganda University. Biology. Medicine. Geography series*, 3, 32–38 [in Russian].
- 17 *Introduktsiia rastenii prirodnoi flory Kazakstana [Introduction of natural flora plants of Kazakhstan]*. (1984). Alma-Ata: Nauka [in Russian].
- 18 Kupriyanov, A.N. (2004). *Introduktsiia rastenii [Plant introduction]*. Kemerovo: Kuzbassizdat [in Russian].
- 19 Maksutova, P.A., Dyusekeeva, Sh.E. & Kulmaganbetova, A.O. (2005). *Fizicheskaiia heohrafiia Karahandinskoi oblasti [Physical geography of Karaganda region]*. Karaganda [in Russian].
- 20 Ishmuratova, M.Yu., Tleukenova, S.U. & Butumbaeva, M.K. (2020). Otsenka uspekhnosti introduktsii travianistykh efirnomaslichnykh rastenii v usloviakh horoda Karahandy [Evaluation of the success of the introduction of herbaceous essential-oilseeds in the conditions of the city of Karaganda]. Proceedings from From plant till medicinal preparation. *Mezhdunsrodnaia nauchnaia konferentsiia — international scientific conference*. Moscow [in Russian].

D. Bulanin<sup>1\*</sup>, Ye.A. Marchenko<sup>2</sup>, G.K. Abitayeva<sup>1</sup>, L. Vangelista<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Nazarbayev University School of Medicine, Biomedical Sciences Department, Nur-Sultan, Kazakhstan;

<sup>2</sup>Republican Diagnostic Center, Nur-Sultan, Kazakhstan

\*Corresponding author: dbulanin@nu.edu.kz

## Genetic organization and cellular specificity of *S. aureus* leukocidins

Currently, infections produced by the gram-positive bacteria *S. aureus* represent a significant healthcare burden throughout the world. This is attributed to the ability of this bacterium to develop antibiotic resistance and efficiently evade human immune response. Therefore, research effort of many scientific laboratories worldwide is directed toward characterization of the genetic organization and molecular mechanisms responsible for *S. aureus* pathogenesis. This report is aimed to describe the growing body of evidence related to our understanding of the genetic organization and molecular interactions of the *S. aureus* leukocidins with the human cells that play an important role in bacterial pathogenesis, and represent a significant healthcare burden. Understanding of the genetic organization linked with additional mechanisms responsible for the realization of toxic potential, can help us to develop a better personalized approach for therapy against *S. aureus* infections. Thus, improved understanding of the molecular interactions between *S. aureus* leukocidins, and cell surface receptors may lead to the development of the alternative anti-microbial agents, that either independently or in combination with the current antibiotic treatment regimens will be used as an effective treatment strategy in clinic.

*Keywords:* *Staphylococcus aureus*, genetic organization, leukocidins, bacterial infection, toxins, isolates.

### Introduction

*Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) is a gram positive cocci-shaped bacterium responsible for one of the most predominant bacterial infections in the world. The range of diseases produced by *S. aureus* encompasses the infection of many human tissues and organs, including the skin, nares, bones, joints, muscle, heart and lungs. Currently, the standard treatment for these infections includes the use of antibiotics.

Historically, *S. aureus* infection was sensitive to many common antibiotics. In the early 1940<sup>th</sup>, ampicillin was the antibiotic of choice, being highly effective against the infection. Later, penicillinase — producing strains emerged, which manifested in the first widespread distribution of antibiotic-resistant bacteria worldwide, due to the uncontrolled use of penicillin [1]. The spread of penicillin-resistant *S. aureus* manifested in the pandemic of the 1950s and early 1960s. This pandemic was attributed to a single strain of *S. aureus*, known as phage-type 80/81 [2]. The pandemic associated with this strain was reported to decline in 1959, after introducing the methicillin antibiotic as a primary choice for treatment of the infection. Not for long, as the emergence of methicillin-resistant strains (MRSA) in hospital settings was reported in 1964 [3].

The statistics reflecting *S. aureus* infection in Kazakhstan is scarce or not available at all. However, if we consider the statistics from the US, *S. aureus* has the highest rate of hospital-associated infections, with increasing prevalence attributed to MRSA strains as compared to other bacterial pathogens [4, 5]. The mortality rate of MRSA-associated infections in US is approximately 20 %. It is the highest among the death rate attributed to a single infectious agent, and surpasses the death rate associated with HIV/AIDS [6, 7].

The next important step in the historical chain of events related to *S. aureus* infection evolution was the reporting of the first case of community-associated MRSA (CA-MRSA) infections in Australia in 1990 [8]. Since then, CA-MRSA underwent a massive spread throughout the world [8]. This spread of infection represents a rather unusual event, since prior identified *S. aureus* infections in the population were exclusively attributed to the methicillin-sensitive strains [9]. In conjunction with the increasing prevalence of CA-MRSA, these strains can cause fatal disease, and affect virtually any tissue. However, approximately 90 % of the cases constitute infections of skin and soft tissue [10]. This has become a significant burden for the healthcare system and human health and requires the development of new anti-microbial agents capable to effectively combat this infection.

According to the Center for Disease Control (CDC), the transmission of *S. aureus* is accomplished through five major factors, which are abbreviated as «Five C's» [11]: the Contact with the infected person; the lack of Cleanliness in the surrounding environment; Compromised skin integrity; Contaminated objects



and surfaces; and the Crowded living conditions. Therefore, individuals of young age, low socioeconomic status, drug users and ethnic minorities are predicted to be the most susceptible groups for CA-MRSA infection in the US [12].

The standard methods for isolation of *S. aureus* include the culturing of the pathogen from blood, body fluids or the focal sites of infection. Antibiotic sensitivity is determined by a standard disc diffusion assay, or an automated method. Therefore, the identification of CA-MRSA strains is fairly simple and efficient. This efficiency unfortunately does not translate into an effective treatment, since the prevalence of the CA-MRSA is increasing throughout the world every year. The current treatment usually includes second-line antibiotics such as trimethoprim-sulfamethoxazole, clindamycin and vancomycin [13]. However, the use of vancomycin is often associated with recurrent bacteremia during therapy, high rates of clinical failure, nephrotoxicity and increasing prevalence of non-susceptible strains [13-16]. According to increasing evidence, the majority of antibiotic-resistant genes and genes encoding virulence factors reside on mobile genetic elements, such as plasmids, transposons and prophages [17]. In *S. aureus*, the repertoire of these factors has been studied extensively, due to the increasing urge for the identification of the new treatment strategies. Virulence factors include cell surface bound and secreted factors that may inhibit the complement and antimicrobial peptides, promote colonization, induce or suppress leukocyte recruitment or induce leukocyte lysis [18].

Human neutrophils are the primary line of defense capable to phagocytose *S. aureus* bacteria. However, a significant number of bacteria phagocytosed by neutrophils remain viable and either trigger new infections or kill the neutrophils by lysing them [19]). Recent data demonstrates that CA-MRSA strains are most efficient in evading neutrophil killing, and they do so by inducing the neutrophil lysis faster than any other health care-associated strain [20]. This is a strong indication that some of the CA-MRSA strains are more virulent than any other strain of *S. aureus* and represents an example of successful evolutionary adaptation of *S. aureus* to the human host defense system. This adaptation is likely the reflection of an enhanced repertoire of virulence factors located in the bacterial genome as well as on extra-chromosomal elements.

The entire genome of *S. aureus* can be subdivided into the core genome, comprising approximately 75 % of the genes, and the auxiliary genome (25 % of the genes). The core genome is largely represented by housekeeping genes, while the auxiliary genome consists of mobile genetic elements (MGE), including bacteriophages, chromosomal cassettes, pathogenicity islands, transposons, and genomic islands [21]. Each bacterial strain may carry a unique variety of mobile genetic elements [22, 23]. This variability is often the result of horizontal gene transfer of mobile genetic elements between bacteria and have important clinical implications (e.g., different antibiotic resistance and/or various degree of pathogenicity) [21, 24]. The entire repertoire of *S. aureus* virulence factors is described in details in a large body of scientific literature. In this review we focused on the group of secreted pore-forming toxins called leukocidins that *S. aureus* uses to destroy immune cells and evade the immune system.

#### *S. aureus* pore-forming leukocidins in human pathogenesis

As mentioned above, *S. aureus* possesses a multitude of virulence factors used by the pathogen to evade the human immune system. This repertoire may be subdivided into three main groups. The first group includes cytotoxins such as hemolysins, cytolytic peptides and leukocidins. The second group includes immunomodulatory proteins such as superantigens, superantigen-like proteins and complement-inhibitory proteins. The third group includes proteases and factors involved in evasion of immune cell recognition and killing [25–29]. All these three groups of factors make *S. aureus* virtually «bulletproof» by allowing it to combat human innate and adaptive immune systems (see below), and represent a significant challenge in the development of new effective antimicrobial agents and vaccines against the pathogen [30-32]. Pore-forming leukocidins are the main focus of this review.

#### *Pore forming leukocidins and their mechanism of action*

Six pore-forming leukocidins (also called leukotoxins) have been identified to date. They acquired their names based on their ability to destroy leukocytes such as, phagocytes, natural killer cells, dendritic cells and T lymphocytes, and therefore affect innate and adaptive immunity [29]. Leukocidins include: HlgAB, HlgCB, LukAB/HG, Pantone-Valentine leukocidin (PVL) consisting of LukS-PV and LukF-PV subunits, LukED and LukMF. HlgAB, HlgCB and LukAB/HG are produced by all strains of *S. aureus*. The most virulent strains often produce two additional leukocidins, PVL and LukED. LukMF has been found in isolates from ruminants and other mammals but not in strains infecting humans [29]. Pore formation depends on the production of bi-component, oligomeric pores, consisting of two separate polypeptides known as S and F

subunits [33, 28]. There are six S subunits (HlgA, HlgC, LukA, LukS-PV, LukE and LukM) and four complementary F subunits (HlgB, LukB, LukF-PV and LukD), resulting in the six different combinations of bi-component leukocidins described above [28].

One of the first suggestions that *S. aureus* toxins such as PVL may produce pores on the surface of human leukocyte membranes have been proposed by Rogolsky et al., in 1979 [34]. Subsequently, a significant number of experimental data accumulated and supported the notion that pore formation is the major mechanism underlining cell death induced by *S. aureus* leukocidins [29].

According to a proposed model [29], *S. aureus* secretes water soluble toxins as monomeric S and F subunits. In the majority of cases the S subunit (and only in some cases the F subunit) recognizes the target cell surface by binding to either specific receptors or lipids. Once bound to the cell surface, the S subunit recruits its partner F subunit, followed by subunit oligomerization leading to the octameric pre-pore conformation, consisting of four S and four F subunits. Next, the pre-pore leukotoxin octamer undergoes a dramatic conformational change with the insertion of the stem domain of both subunits into the plasma membrane of target cells, leading to the formation of a functional pore. Toxin pores on the plasma membrane lead to osmotic balance disruption (osmotic shock), ultimately causing cell lysis and death [35–37, 29]. Generally, eukaryotic cell death may have a dual nature either necrotic or apoptotic. Necrotic cell death is usually due to physical or chemical cell injury and it is considered to be a passive process. Conversely, apoptosis is considered to be an active process induced by extracellular stimuli or genetic programming regulating various intracellular signals or both. Taking this information together, it is plausible to suggest that pore formation produces the necrotic like damage to the cell surface and eventually cell death, likely, without activation of apoptotic signaling cascade. However, the latter statement is yet to be confirmed. Depending on the leukotoxin concentration, a large number of pores may kill the target cell predominantly by necrotic damage, however *S. aureus* leukocidins activate apoptotic cascades as well, therefore this type of *S. aureus*-induced cell death is a concerted mechanism [38, 29].

#### *HlgAB/HlgCB (γ-hemolysin)*

##### *Genetic organization*

The genes encoding γ-hemolysin (also known as HlgAB/HlgCB), are present in 99.5 % of human *S. aureus* isolates. The expression of these proteins is significantly upregulated during *in vitro* culturing with human blood and phagocytosis by neutrophils [39].

Bacterial genes are organized in operons where genes that are involved in similar processes or have complementary function are co-transcribed from the same promoter. Indeed, the genetic architecture of the genes *hlgC* and *hlgB* encoding HlgCB γ-hemolysin is represented by a classical operon organization and controlled by a single promoter [40–42]. On the other hand, the *hlgA* gene is located upstream of *hlgC* and *hlgB* and controlled by an individual promoter, making the entire organization of these three complementary genes an exception among leukocidins. It is important to note that all three genes *hlgA*, *hlgC* and *hlgB* are located in the core genome of *S. aureus*, unlike many other toxins that locate on extrachromosomal elements [41]. The expression of these genes leads to the formation of two S subunits, HlgA and HlgC, and one shared F subunit, HlgB [40]. This locus is highly conserved among *S. aureus* strains (99 % of all strains analyzed) [43, 44], however the degree of sequence homology differs between the different strains [43].

##### *Cellular specificity*

HlgAB and HlgCB act as classical leukocidins, forming pores on the surface of target cells which induce cell lysis. However, the formation of these pores depends on the initial binding of the leukocidins to chemokine receptors on the surface of phagocytic cells [39]. Currently, three receptors (CXCR1, CXCR2 and CCR2) have been identified as targets for HlgAB and two (C5aR and C5L2) as targets of HlgCB [39]. Phagocytes express the above-mentioned receptors at high level and are the major cellular target of HlgAB and HlgCB, in contrast to other immune cell types that do not express those receptors or express them at lower level. Interestingly, in addition to the cytolytic function, HlgAB and HlgCB possess pro-inflammatory and immunomodulatory properties. Both toxin complexes act through the same receptors during priming and inflammasome activation [29, 39].

#### *LukAB/HG*

##### *Genetic organization*

LukAB (also known as LukHG), is encoded by the core genome of *S. aureus*. The *lukA* and *lukB* genes have classical operon organization [29]. The level of conservation for these genes among different *S. aureus*

strains has not been extensively characterized, however this operon is present in the majority of laboratory *S. aureus* isolates [28]. A certain degree of genetic diversity seem to exist in small subsets of the bacterial isolates, although the information available is scarce [29].

#### *Cellular specificity*

LukAB is one of the most recently identified leukotoxin and it is able to kill primary human neutrophils, monocytes, macrophages and dendritic cells [45]. The binding of LukAB to its target cell types is determined by the presence of CD11b, a component of the CD11b/CD18 integrin complex [46] that functions as a cell surface antigen, plays a critical role in leukocyte adhesion and is required for host defense [47]. The glutamic acid at position 323 of the C-terminal domain of LukA engages the I-domain of CD11b and this binding is an important prerequisite for pore formation and cell lysis [48]. LukAB production by *S. aureus* is also required for the escape from neutrophil induced phagocytosis, which indicates that this toxin is likely playing an important role in evading host defense and survival [46].

### *LukED*

#### *Genetic organization*

LukED operon is located on a pathogenicity island found in the genome of *S. aureus*, known as vSa $\beta$ . Pathogenicity islands are an example of extrachromosomal elements that possess different degree of stability. This genetic element is likely a result of phage integration into the host genome of *S. aureus*, which later underwent a number of recombination, as well as insertion/excision events and that now is considered to be stable [49]. This extrachromosomal element is the result of a horizontal gene transfer and integration into the *S. aureus* genome. It has been predicted to be present in only 70 % of all isolated *S. aureus* strains [50, 44]. Its presence is strictly lineage dependent and some lineages do not have this gene. The lineages possessing this island demonstrate strong sequence conservation suggesting a common origin [50]. *lukE* and *lukD* represent a small fraction of the genes located on vSa $\beta$  [49], among the other genes there are different virulence factors such as serine proteases, enterotoxins, bacteriocins and a hyaluronate lyase [49].

#### *Cellular specificity*

LukED is a well characterized leukocidin and it possesses lytic activity against leukocytes from several species, including human, murine, rabbit, canines and even fish [51-54]. LukED can target human macrophages, T-cells and dendritic cells via its binding to CCR5, which functions also as co-receptor for human immunodeficiency virus (HIV) [53]. *LukE*, the S subunit, is the ligand for CCR5-expressing cells. LukED mechanism of action satisfies previously proposed models where the S subunit initiates the binding and recruits the F subunit to proceed with pore formation [53,55]. In addition, it was shown that the FDA-approved CCR5 antagonist maraviroc can block the interaction between *LukE* and CCR5 [53], and recently developed potent CCL5 derivatives are presently being investigated in this context [56, 57]. These data confirm the specificity of this interaction and proves that a drug currently used as HIV-1 inhibitor has repositioning potentials as a treatment option for *S. aureus* infections [53].

LukED can also kill polymorphonuclear leukocytes (PMNs) that do not express CCR5, indicating an additional mechanism of PMNs targeting [51, 52, 58, 59]. This mechanism has been revealed, as two additional receptors, CXCR1 and CXCR2, expressed on the surface of primary human neutrophils, monocytes, natural killer (NK) cells, and a subset of CD8<sup>+</sup> T-cells cells, appear to be alternative binding partners for LukED [59]. In an elegant set of experiments, it was demonstrated that only *LukE*, but not *LukD* is able to specifically bind to CXCR1 and CXCR2 in a similar manner to CCR5. The LukED binding to PMNs increases the pathogenesis and immune escape capabilities of *S. aureus* [59]. LukED binding to CCR5 positive cells eliminates T-cells (such as memory and Th1/Th17 cells) and antigen presenting cell. On the other hand, LukED binding to CXCR1 and CXCR2 eliminates PMNs, monocytes, and NK cells [59]. Thus, by the recognition of specific receptors on particular cell subsets via LukED, *S. aureus* is able to target the adaptive and innate branches of our immune system, making this pathogen highly efficient at avoiding the immune system response of humans and other vertebrates.

### *Panton-Valentine leukocidin (PVL)*

#### *Genetic organization*

PVL is one of the most characterized *S. aureus* leukocidins. It was originally purified by Woodin in the 1960s and since then it has been extensively studied [60, 61]. PVL toxin formation requires the expression of two genes, *lukS-PV* and *lukF-PV*, located on the prophage  $\phi$ Sa2. Unlike other leukocidins, that are stably

associated with the *S. aureus* chromosome,  $\phi$ Sa2 can be transmitted vertically and horizontally during the lysogenic and lytic cycles respectively [62]. This is a classical example of mobile genetic element that can increase the genetic diversity for this particular locus and its associated genes, and lead to the acquisition of new virulence factors by *S. aureus*. PVL is present in a rather limited number of *S. aureus* isolates (2–3 % of the total) [63]. However, in pathogenic strains including CA-MRSA and strains causing severe necrotizing pneumonia the percentage of the isolates carrying PVL has an extremely high frequency, reaching up to 90 % [64–67]. Therefore, it seems likely that enhanced virulence of community-acquired infections is partly associated with the  $\phi$ Sa2 phage acquisition, although pathogenicity of these strains is not connected to the presence of PVL leukocidin only, and the extent of its influence is yet to be identified [68].

#### *Cellular specificity*

PVL has more than 75 % sequence identity to the LukED, however the two leukocidins do not target the same cellular receptors (28). This is likely due to the significant sequence diversity in the rim domains of PVL and LukED. The rim domain is responsible for receptor recognition, and PVL has a reduced range of cell targets in comparison to LukED (59, 69–71).

PVL, similarly to other leukocidins, forms an octameric pore consisting of LukS-PV and LukF-PV subunits on the surface of myeloid cells, in particular granulocytes and macrophages of different animal species and humans; toxin pores lead to cell lysis [72]. Interestingly, in rabbits and mice, PVL is not lethal albeit it can cause transient granulocytopenia followed by marked granulocytosis [73, 74]. Sub-lytic PVL concentration causes human neutrophil to undergo apoptosis within six hours, while higher concentrations cause cell lysis in one hour [75].

A report by Spaan et al. suggests that the LukS-PV subunit is able to displace a fluorescently-labeled antibodies from two leukocyte cell surface receptors (C5aR and C5L2) [76]. This was the first demonstration of PVL cellular specificity in which the toxin was able to bind the receptor core, membrane spanning portions as well as the extracellular N-terminal region. Interestingly, CXCR2 which, in addition to CCR5, serves as LukE receptor, was used as a negative control. Indeed, it was shown that PVL was not able to bind to the cell surface of cells expressing CXCR2 [76]. These findings confirm the idea that LukE and PVL do not share the same receptors, regardless of their significant sequence conservation [76, 59].

### *LukMF*

#### *Genetic organization*

LukMF is the most recently identified leukocidine, predominantly found in strains isolated from bovine mastitis [77]. It is encoded by the temperate phage  $\phi$ Sa1, which can be transmitted vertically and horizontally during both the lysogenic and lytic cycles [78, 79]. The frequency of LukMF in strains isolated from bovine infections varies significantly (from as low as 10 % to as high as 90 %), depending on the site of isolation and geographic origin of the strains [68, 78, 80, 81]. It is important to mention that cattle mastitis is associated with the presence of LukMF genes in the *S. aureus* strains producing infection [81]. Other cell types affected by LukMF include bovine monocytes and macrophages, but not B cells [82].

A report by Vrieling et al. shed light onto the mechanisms of LukMF cell targeting, with the identification of CCR1 as the main receptor [83]. CCR1 is abundantly expressed on bovine neutrophils, the main cell type preventing intramammary inflammation [84]. It has also been demonstrated that the divergent region 4 (DR4) of LukM is required for the specific binding to the extra-cellular loop 2 (ECL2) and extra-cellular loop 3 (ECL3) of CCR1. In addition, several amino acid residues of CCR1 ECL2 have also been identified to contribute to LukM binding, including E177, F178 and H181, while the entire ECL3 has been shown to be essential for toxin binding [83]. Interestingly, DR4 has also been identified in LukE to be required for CCR5 recognition [59]. The overall homology between LukE and LukM is 77,5 % [29]. This data provides an in depth understanding of the molecular interaction between the LukM and CCR1, expressed on the surface of bovine neutrophils.

In addition to CCR1, the most prominent target of LukMF, two other receptors have been identified as targets of LukMF (CCR2 and CCR5) [83]. It has been shown that the presence of LukMF in the culture supernatant was sufficient to kill CCR2 and CCR5 expressing cells, likely leading to the elimination of subsets of T-cells, inflammatory macrophages and dendritic cells. Unfortunately, the receptor moieties critical for the interaction with LukMF have not been identified yet.

### Conclusion

In this review we described the current understanding of the genetic organization and molecular interaction of *S. aureus* leukocidins with human cells. Leukocidins play an important role in bacterial pathogenesis and represent a significant healthcare burden. Understanding the genetic organization, sequence similarity and location of *S. aureus* leukocidin encoding genes can help us improve diagnostic methods educating more personalized antibacterial treatments. Furthermore, improved understanding of the molecular interactions between *S. aureus* leukocidins and human cell surface receptors may lead to the development of alternative antimicrobial agents that, either independently or in combination with currently used antibiotics, may provide new effective weapons in the combat of antibiotic resistance.

*This research was funded by the Science Committee of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan (Grant No. AP05134810).*

### References

- 1 Kirby, W.M. (1944). Extraction of a highly potent penicillin resistant Staphylococci. *Science*, 99(2579), 452–453. DOI: 10.1126/science.99.2579.452
- 2 Rountree, P.M., & Freeman, B.M. (1955). Infections caused by a particular phage type of Staphylococcus aureus. *Med. J. Aust.*, 42(5), 157–161.
- 3 Jevons, M.P., & Parker, M.T. (1964) The Evolution of the New Hospital Strains of Staphylococcus Aureus. *J. Clin. Pathol.* 17(3), 243–250. DOI: 10.1136/jcp.17.3.243
- 4 Klevens, R.M., Edwards, J.R., & Tenover, F.C., et al. (2006). Changes in the epidemiology of methicillin-resistant Staphylococcus aureus in intensive care units in US hospitals, 1992–2003. *Clin Infect Dis*, 42(3), 389–391. DOI: 10.1086/499367
- 5 Klein, E., Smith, D.L., & Laxminarayan, R. (2007). Hospitalizations and deaths caused by methicillin-resistant Staphylococcus aureus, United States, 1999–2005. *Emerg Infect Dis*. 13(12), 1840–1846. DOI: 10.3201/eid1312.070629
- 6 Klevens, R.M., Morrison, M.A., & Nadle, J. et al. (2007). Invasive methicillin-resistant Staphylococcus aureus infections in the United States. *JAMA*, 298(15), 1763–1771. DOI: 10.1001/jama.298.15.1763
- 7 [https://www.cdc.gov/nchs/data/nvsr/nvsr56/nvsr56\\_16.pdf](https://www.cdc.gov/nchs/data/nvsr/nvsr56/nvsr56_16.pdf)
- 8 Vandenesch, F., Naimi, T., & Enright, M.C., et al. (2003). Community-acquired methicillin-resistant Staphylococcus aureus carrying Panton-Valentine leukocidin genes: worldwide emergence. *Emerg Infect Dis*, 9(8), 978–984. DOI: 10.3201/eid0908.030089
- 9 Chambers, H.F. (2001) The changing epidemiology of Staphylococcus aureus? *Emerg Infect Dis*, 7(2), 178–182. DOI: 10.3201/eid0702.010204
- 10 Kaplan, S.L., Hulten, K.G., & Gonzalez, B.E. et al. (2005). Three-year surveillance of community-acquired Staphylococcus aureus infections in children. *Clin Infect Dis*, 40(12), 1785–1791 DOI: 10.1086/430312
- 11 <https://www.cdc.gov/niosh/topics/mrsa/default.html>
- 12 DeLeo, F.R., Otto, M., Kreiswirth, B.N., & Chambers, H.F. (2010). Community-associated methicillin-resistant Staphylococcus aureus. *Lancet*, 375(9725), 1557–1568. DOI: 10.1016/S0140–6736(09)61999–1
- 13 Hawkins, C., Huang, J., Jin, N., Noskin, G.A., Zembower, T.R., & Bolon, M. (2007). Persistent Staphylococcus aureus bacteremia: an analysis of risk factors and outcomes. *Arch Intern Med*, 167(17), 1861–1867. DOI: 10.1001/archinte.167.17.1861
- 14 Dombrowski, J.C., & Winston, L.G. (2008). Clinical failures of appropriately-treated methicillin-resistant Staphylococcus aureus infections. *J Infect*, 57(2), 110–115. doi: 10.1016/j.jinf.2008.04.003
- 15 Lodise, T.P., Lomaestro, B., Graves J., & Drusano, G.L. (2008). Larger vancomycin doses (at least four grams per day) are associated with an increased incidence of nephrotoxicity. *Antimicrob Agents Chemother*, 52(4), 1330–1336. DOI: 10.1128/AAC.01602–07
- 16 Howe, R.A., Monk, A., Wootton, M., Walsh, T.R., & Enright, M.C. (2004). Vancomycin susceptibility within methicillin-resistant Staphylococcus aureus lineages. *Emerg Infect Dis*, 10(5), 855–857. DOI: 10.3201/eid1005.030556
- 17 Kuroda, M., Ohta, T., Uchiyama, I., et al. (2001). Whole genome sequencing of methicillin-resistant Staphylococcus aureus. *Lancet*, 357(9264), 1225–1240. DOI: 10.1016/s0140–6736(00)04403–2
- 18 DeLeo, F.R., & Chambers, H.F. (2009). Reemergence of antibiotic-resistant Staphylococcus aureus in the genomics era. *J Clin Invest*; 119(9), 2464–2474. DOI: 10.1172/JCI38226
- 19 Rogers, D.E., & Tompsett, R. (1952). The survival of staphylococci within human leukocytes. *J Exp Med*, 95(2), 209–230. DOI: 10.1084/jem.95.2.209
- 20 Voyich, J.M., Braughton, K.R., & Sturdevant, D.E., et al. (2005). Insights into mechanisms used by Staphylococcus aureus to avoid destruction by human neutrophils. *J Immunol*, 175(6), 3907–3919. DOI: 10.4049/jimmunol.175.6.3907
- 21 Malachowa, N., DeLeo, F.R. (2010). Mobile genetic elements of Staphylococcus aureus. *Cell Mol Life Sci*, 67(18), 3057–3071. DOI: 10.1007/s00018–010–0389–4
- 22 Baba, T., Bae, T., Schneewind, O., Takeuchi, F., & Hiramatsu, K. (2008). Genome sequence of Staphylococcus aureus strain Newman and comparative analysis of staphylococcal genomes: polymorphism and evolution of two major pathogenicity islands. *J Bacteriol*, 190(1), 300–310. DOI: 10.1128/JB.01000–07
- 23 Fitzgerald, J.R., Monday, S.R., & Foster, T.J. et al. (2001). Characterization of a putative pathogenicity island from bovine Staphylococcus aureus encoding multiple superantigens. *J Bacteriol*, 183(1), 63–70. DOI: 10.1128/JB.183.1.63–70.2001

- 24 Lindsay, J.A., & Holden, M.T. (2004). Staphylococcus aureus: superbug, super genome? *Trends Microbiol*, 12(8), 378–385. DOI: 10.1016/j.tim.2004.06.004
- 25 Vandenesch, F., Lina, G., & Henry, T. (2012). Staphylococcus aureus hemolysins, bi-component leukocidins, and cytolytic peptides: a redundant arsenal of membrane-damaging virulence factors? *Front Cell Infect Microbiol*, 2, 12. DOI: 10.3389/fcimb.2012.00012
- 26 Alonzo, F 3<sup>rd</sup>, & Torres, V.J. (2013). Bacterial survival amidst an immune onslaught: the contribution of the Staphylococcus aureus leukotoxins. *PLoS Pathog*, 9(2), e1003143. DOI: 10.1371/journal.ppat.1003143
- 27 Foster, T.J. (2004). The Staphylococcus aureus «superbug». *J Clin Invest*, 114(12), 1693–1696. DOI: 10.1172/JCI23825
- 28 Yoong P., & Torres V.J. (2013). The effects of Staphylococcus aureus leukotoxins on the host: cell lysis and beyond. *Curr Opin Microbiol*, 16(1), 63–69. DOI: 10.1016/j.mib.2013.01.012
- 29 Alonzo, F 3<sup>rd</sup>, & Torres, V.J. (2014). The bicomponent pore-forming leucocidins of Staphylococcus aureus. *Microbiol Mol Biol Rev*, 78(2), 199–230. DOI: 10.1128/MMBR.00055–13
- 30 Bagnoli, F., Bertholet, S., & Grandi, G. (2012). Inferring reasons for the failure of Staphylococcus aureus vaccines in clinical trials. *Front Cell Infect Microbiol.*, 2, 16. DOI: 10.3389/fcimb.2012.00016
- 31 Proctor, R.A. (2012). Challenges for a universal Staphylococcus aureus vaccine. *Clin Infect Dis*, 54(8), 1179–1186. DOI: 10.1093/cid/cis033
- 32 Otto, M. (2010). Novel targeted immunotherapy approaches for staphylococcal infection. *Expert Opin Biol Ther*, 10(7), 1049–1059. DOI: 10.1517/14712598.2010.495115
- 33 Vandenesch, F., Lina, G., & Henry, T. (2012). Staphylococcus aureus hemolysins, bi-component leukocidins, and cytolytic peptides: a redundant arsenal of membrane-damaging virulence factors? *Front Cell Infect Microbiol*, 2, 12. DOI: 10.3389/fcimb.2012.00012
- 34 Rogolsky, M. (1979). Nonenteric toxins of Staphylococcus aureus. *Microbiol Rev*, 43(3), 320–360.
- 35 Ozawa, T., Kaneko, J., & Kamio, Y. (1995). Essential binding of LukF of staphylococcal gamma-hemolysin followed by the binding of H gamma II for the hemolysis of human erythrocytes. *Biosci Biotechnol Biochem*, 59(6), 1181–1183. DOI: 10.1271/bbb.59.1181
- 36 Yokota, K., & Kamio, Y. (2000). Tyrosine72 residue at the bottom of rim domain in LukF crucial for the sequential binding of the staphylococcal gamma-hemolysin to human erythrocytes. *Biosci Biotechnol Biochem*, 64(12), 2744–2747. DOI: 10.1271/bbb.64.2744
- 37 Aman, M.J., Karauzum, H., Bowden, M.G., & Nguyen, T.L. (2010). Structural model of the pre-pore ring-like structure of Pantone-Valentine leukocidin: providing dimensionality to biophysical and mutational data. *J Biomol Struct Dyn*, 28(1), 1–12. DOI: 10.1080/073911010010524952
- 38 Genestier, A.L., Michallet, M.C., & Prévost, G. et al. (2005). Staphylococcus aureus Pantone-Valentine leukocidin directly targets mitochondria and induces Bax-independent apoptosis of human neutrophils. *J Clin Invest*, 115(11), 3117–3127. DOI: 10.1172/JCI22684
- 39 Spaan, A.N., Vrieling, M., & Wallet, P. et al. (2014). The staphylococcal toxins  $\gamma$ -haemolysin AB and CB differentially target phagocytes by employing specific chemokine receptors. *Nat Commun*, 5, 5438. DOI: 10.1038/ncomms6438
- 40 Cooney, J., Kienle, Z., Foster, T.J., & O'Toole, P.W. (1993). The gamma-hemolysin locus of Staphylococcus aureus comprises three linked genes, two of which are identical to the genes for the F and S components of leukocidin. *Infect Immun*, 61(2), 768–771.
- 41 Cooney, J., Mulvey, M., Arbuthnott, J.P., & Foster, T.J. (1988). Molecular cloning and genetic analysis of the determinant for gamma-lysin, a two-component toxin of Staphylococcus aureus. *J Gen Microbiol*, 134(8), 2179–2188. DOI: 10.1099/00221287-134-8-2179
- 42 Prévost, G., Cribier, B., & Couppié, P. et al. (1995). Pantone-Valentine leukocidin and gamma-hemolysin from Staphylococcus aureus ATCC 49775 are encoded by distinct genetic loci and have different biological activities. *Infect Immun*, 63(10), 4121–4129.
- 43 McCarthy, A.J., & Lindsay, J.A. Staphylococcus aureus innate immune evasion is lineage-specific: a bioinformatics study. *Infect Genet Evol*, 19, 7–14. DOI: 10.1016/j.meegid.2013.06.012
- 44 von Eiff, C., Friedrich, A.W, Peters, G., & Becker K. (2004). Prevalence of genes encoding for members of the staphylococcal leukotoxin family among clinical isolates of Staphylococcus aureus. *Diagn Microbiol Infect Dis*, 49(3), 157–162. DOI: 10.1016/j.diagmicrobio.2004.03.009
- 45 Dumont, A.L., Nygaard, T.K., & Watkins, R.L. et al. (2011). Characterization of a new cytotoxin that contributes to Staphylococcus aureus pathogenesis. *Mol Microbiol*, 79(3), 814–825. DOI: 10.1111/j.1365–2958.2010.07490.x
- 46 DuMont, A.L., Yoong, P., & Day, C.J. et al. (2013). Staphylococcus aureus LukAB cytotoxin kills human neutrophils by targeting the CD11b subunit of the integrin Mac-1. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 110(26), 10794–10799. DOI: 10.1073/pnas.1305121110
- 47 Mazzone, A., & Ricevuti, G. (1995). Leukocyte CD11/CD18 integrins: biological and clinical relevance. *Haematologica*, 80(2), 161–175.
- 48 DuMont, A.L., Yoong, P., & Liu, X., et al. (2014). Identification of a crucial residue required for Staphylococcus aureus LukAB cytotoxicity and receptor recognition. *Infect Immun*, 82(3), 1268–1276. DOI: 10.1128/IAI.01444–13
- 49 Kläui, A.J., Boss, R., & Graber, H.U. (2019). Characterization and Comparative Analysis of the Staphylococcus aureus Genomic Island vSa $\beta$ : an In Silico Approach. *J Bacteriol*, 201(22), e00777–18. DOI: 10.1128/JB.00777–18
- 50 McCarthy, A.J., & Lindsay, J.A. (2013). Staphylococcus aureus innate immune evasion is lineage-specific: a bioinformatics study. *Infect Genet Evol*, 19, 7–14. DOI:10.1016/j.meegid.2013.06.012
- 51 Alonzo, F 3<sup>rd</sup>, Benson, M.A., Chen, J., Novick, R.P., Shopsin, B., & Torres, V.J. (2012). Staphylococcus aureus leukocidin ED contributes to systemic infection by targeting neutrophils and promoting bacterial growth in vivo. *Mol Microbiol*, 83(2), 423–435. DOI: 10.1111/j.1365–2958.2011.07942.x

- 52 Morinaga, N., Kaihou, Y., & Noda, M. (2003). Purification, cloning and characterization of variant LukE-LukD with strong leukocidal activity of staphylococcal bi-component leukotoxin family. *Microbiol Immunol*, 47(1), 81–90. DOI: 10.1111/j.1348-0421.2003.tb02789.x
- 53 Alonzo, F 3<sup>rd</sup>, Kozhaya, L., & Rawlings, S.A., et al. (2013). CCR5 is a receptor for Staphylococcus aureus leukotoxin ED. *Nature*, 493(7430), 51–55. DOI: 10.1038/nature11724
- 54 Bownik, A. (2006). In vitro effects of staphylococcal leukocidin LukE/LukD on the proliferative ability of lymphocytes isolated from common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Fish Shellfish Immunol*, 20(4), 656–659. DOI: 10.1016/j.fsi.2005.07.002
- 55 Colin, D.A., Mazurier, I., Sire, S., & Finck-Barbançon, V. (1994). Interaction of the two components of leukocidin from Staphylococcus aureus with human polymorphonuclear leukocyte membranes: sequential binding and subsequent activation. *Infect Immun*, 62(8), 3184–3188.
- 56 Vangelista, L., & Vento, S. (2018). The Expanding Therapeutic Perspective of CCR5 Blockade. *Front Immunol*, 8, 1981. DOI: 10.3389/fimmu.2017.01981
- 57 Secchi, M., Grampa, V., & Vangelista, L. (2018). Rational CCL5 mutagenesis integration in a lactobacilli platform generates extremely potent HIV-1 blockers. *Sci Rep*, 8, 1890. DOI: 10.1038/s41598-018-20300-9
- 58 Gravet, A., Colin, D.A., Keller, D., Girardot, R., Monteil, H., & Prévost, G. (1998). Characterization of a novel structural member, LukE-LukD, of the bi-component staphylococcal leucotoxins family. *FEBS Lett*, 436(2), 202–208. DOI: 10.1016/s0014-5793(98)01130-2
- 59 Reyes-Robles, T., Alonzo, F 3<sup>rd</sup>, Kozhaya, L., Lacy, D.B., Unutmaz, D., & Torres, V.J. (2013). Staphylococcus aureus leukotoxin ED targets the chemokine receptors CXCR1 and CXCR2 to kill leukocytes and promote infection. *Cell Host Microbe*, 14(4), 453–459. DOI: 10.1016/j.chom.2013.09.005
- 60 Tromp, A.T., van Strijp, J.A.G. (2020). Studying Staphylococcal Leukocidins: A Challenging Endeavor. *Front Microbiol*, 11, 611. DOI: 10.3389/fmicb.2020.00611
- 61 Woodin, A.M. (1959). Fractionation of a leucocidin from Staphylococcus aureus. *Biochem J*, 73(2), 225–237. DOI: 10.1042/bj0730225
- 62 Hatfull, G.F., & Hendrix, R.W. (2011). Bacteriophages and their genomes. *Curr Opin Virol*, 1(4), 298–303. DOI: 10.1016/j.coviro.2011.06.009
- 63 Kuehnert, M.J., Kruszon-Moran, D., & Hill, H.A. et al. (2006). Prevalence of Staphylococcus aureus nasal colonization in the United States, 2001–2002. *J Infect Dis*, 193(2), 172–179. DOI: 10.1086/499632
- 64 Lina, G., Piémont, Y., & Godail-Gamot, F., et al. (1999). Involvement of Panton-Valentine leukocidin-producing Staphylococcus aureus in primary skin infections and pneumonia. *Clin Infect Dis*, 29(5), 1128–1132. DOI: 10.1086/313461
- 65 Gillet, Y., Issartel, B., & Vanhems, P., et al. (2002). Association between Staphylococcus aureus strains carrying gene for Panton-Valentine leukocidin and highly lethal necrotising pneumonia in young immunocompetent patients. *Lancet*, 359(9308), 753–759. DOI: 10.1016/S0140-6736(02)07877-7
- 66 Naimi, T.S., LeDell, K.H., & Como-Sabetti, K., et al. (2003). Comparison of community- and health care-associated methicillin-resistant Staphylococcus aureus infection. *JAMA*, 290(22), 2976–2984. DOI: 10.1001/jama.290.22.2976
- 67 Shallcross, L.J., Fragaszy, E., Johnson, A.M., & Hayward, A.C. (2013). The role of the Panton-Valentine leucocidin toxin in staphylococcal disease: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Infect Dis*, 13(1), 43–54. DOI: 10.1016/S1473-3099(12)70238-4
- 68 Rainard, P., Corrales, J.C., Barrio, M.B., Cochard, T., & Poutrel, B. (2003). Leucotoxic activities of Staphylococcus aureus strains isolated from cows, ewes, and goats with mastitis: importance of LukM/LukF'-PV leukotoxin. *Clin Diagn Lab Immunol*, 10(2), 272–277. DOI: 10.1128/cdli.10.2.272-277.2003
- 69 Meunier, O., Falkenrodt, A., Monteil, H., & Colin, D.A. (1995). Application of flow cytometry in toxinology: pathophysiology of human polymorphonuclear leukocytes damaged by a pore-forming toxin from Staphylococcus aureus. *Cytometry*, 21(3), 241–247. DOI: 10.1002/cyto.990210304
- 70 Gauduchon, V., Werner, S., Prévost, G., Monteil, H., & Colin, D.A. (2001). Flow cytometric determination of Panton-Valentine leucocidin S component binding. *Infect Immun*, 69(4), 2390–2395. DOI: 10.1128/IAI.69.4.2390-2395.2001
- 71 Löffler, B., Hussain, M., & Grundmeier, M. et al. (2010) Staphylococcus aureus panton-valentine leukocidin is a very potent cytotoxic factor for human neutrophils. *PLoS Pathog*, 6(1), e1000715. DOI: 10.1371/journal.ppat.1000715
- 72 Jayasinghe, L., & Bayley, H. (2005). The leukocidin pore: evidence for an octamer with four LukF subunits and four LukS subunits alternating around a central axis. *Protein Sci*, 14(10), 2550–2561. DOI: 10.1110/ps.051648505
- 73 Szmigielski, S., Jeljaszewicz, J., Wilczynski, J., & Korbecki, M. (1966). Reaction of rabbit leukocytes to staphylococcal (Panton-Valentine) leucocidin in vivo. *J Pathol Bacteriol*, 91(2), 599–604. DOI: 10.1002/path.1700910237
- 74 Grójec, P.L., & Jeljaszewicz, J. (1981). Effect of staphylococcal leukocidin on mouse leukocyte system. *Bakteriol Mikrobiol Hyg A*, 250(4), 446–455.
- 75 Genestier, A.L., Michallet, M.C., & Prévost G., et al. (2005). Staphylococcus aureus Panton-Valentine leukocidin directly targets mitochondria and induces Bax-independent apoptosis of human neutrophils. *J Clin Invest*, 115(11), 3117–3127. DOI: 10.1172/JCI22684
- 76 Spaan, A.N., Henry, T., & van Rooijen, W.J.M., et al. (2013). The staphylococcal toxin Panton-Valentine Leukocidin targets human C5a receptors. *Cell Host Microbe*, 13(5), 584–594. DOI: 10.1016/j.chom.2013.04.006
- 77 Barrio, M.B., Rainard, P., & Prévost, G. (2006). LukM/LukF'-PV is the most active Staphylococcus aureus leukotoxin on bovine neutrophils. *Microbes Infect*, 8(8), 2068–2074. DOI: 10.1016/j.micinf.2006.03.004
- 78 Yamada, T., Tochimaru, N., & Nakasuji, S., et al. (2005). Leukotoxin family genes in Staphylococcus aureus isolated from domestic animals and prevalence of lukM-lukF'-PV genes by bacteriophages in bovine isolates. *Vet Microbiol*, 110(1–2), 97–103. DOI: 10.1016/j.vetmic.2005.07.006

- 79 Zou, D., Kaneko, J., Narita, S., Kamio, Y. (2000). Prophage, phiPV83-pro, carrying panton-valentine leukocidin genes, on the *Staphylococcus aureus* P83 chromosome: comparative analysis of the genome structures of phiPV83-pro, phiPVL, phi11, and other phages. *Biosci Biotechnol Biochem*, 64(12), 2631–2643. DOI: 10.1271/bbb.64.2631
- 80 Padmaja, R.J., & Halami, P.M. (2013). Molecular Characterization and Toxicity Confirmation of LukM/F'-PV Producing *Staphylococcus aureus* Isolated from Bovine Mastitis Samples in Mysore, India. *Indian J Microbiol*, 53(3), 276–282. DOI: 10.1007/s12088-013-0359-2
- 81 Monecke, S., Kuhnert, P., Hotzel, H., Slickers, P., & Ehricht, R. (2007). Microarray based study on virulence-associated genes and resistance determinants of *Staphylococcus aureus* isolates from cattle. *Vet Microbiol*, 125(1–2), 128–140. DOI: 10.1016/j.vetmic.2007.05.016
- 82 Fromageau, A., Gilbert, F.B., Prévost, G., & Rainard, P. (2010). Binding of the *Staphylococcus aureus* leucotoxin LukM to its leucocyte targets. *Microb Pathog*, 49(6), 354–362. DOI: 10.1016/j.micpath.2010.07.002
- 83 Vrieling, M., Koymans, K.J., & Heesterbeek, D.A., et al. (2015). Bovine *Staphylococcus aureus* Secretes the Leukocidin LukMF' To Kill Migrating Neutrophils through CCR1. *mBio*, 6(3), e00335. DOI: 10.1128/mBio.00335-15
- 84 Rainard, P., & Riollet, C. (2003). Mobilization of neutrophils and defense of the bovine mammary gland. *Reprod Nutr Dev*, 43(5), 439–457. DOI: 10.1051/rnd:2003031

Д. Буланин, Е.А. Марченко, Г.К. Абитаева, Л. Вангелиста

### ***S. aureus* лейкоцидиндердің генетикалық ұйымы және жасушалық ерекшелігі**

Қазіргі уақытта *S. aureus* грамаң бактерия тудыратын инфекциялар бүкіләлемдегі денсаулық сақтау үшін ауыртпалық болып табылады. Бұл бактериялардың антибиотиктерге қарсы тұрақтылықты қалыптастыру және адамның иммундық реакциясынан тиімді түрде жалтару қабілетіне байланысты. Сондықтан әлемдегі көптеген ғылыми зертханалардың зерттеу жұмыстары генетикалық ұйымды және *S. aureus* патогенезіне жауап беретін молекулалық механизмдерді сипаттауға бағытталған. Бұл шолуда бактериялық патогенезінде маңызды рөл атқаратын және денсаулық сақтау үшін ауыртпалық тудыратын *S. aureus* лейкоцидиндерінің адам жасушаларымен генетикалық ұйымы және молекулалық өзара әрекеттесуі туралы түсінігімізге байланысты өсіп жатқан дәлелдемелер жиынтығы сипатталған. Уытты қасиеттердің асырылуына жауап беретін қосымша механизмдермен байланысты генетикалық ұйым түсінігі бізге *S. aureus* инфекцияларына қарсы жеке терапияны дамытуға көмектеседі. Осылайша, *S. aureus* лейкоцидиндерімен жасуша бетіндегі рецепторлар арасындағы молекулалық өзара әрекеттесуді жақсырақ түсіну микробқа қарсы баламалы агенттердің дамуына әкелуі мүмкін. Оларды өздігінен немесе қолданыстағы антибиотикалық емдеу режимдерімен бірге тиімді емдеу стратегиясы ретінде қолданады.

*Кілт сөздер:* *Staphylococcus aureus*, генетикалық ұйымы, лейкоцидиндер, бактериялық инфекция, токсиндер, изоляттар.

Д. Буланин, Е.А. Марченко, Г.К. Абитаева, Л. Вангелиста

### **Генетическая организация и клеточная специфичность лейкоцидинов *S. aureus***

В настоящее время инфекции, вызываемые грамположительными бактериями *S. aureus*, представляют собой серьезную проблему для здравоохранения во всем мире. Это объясняется способностью этих бактерий развивать устойчивость к антибиотикам и эффективно уклоняться от иммунного ответа человека. Таким образом, исследовательские усилия многих научных лабораторий по всему миру направлены на определение генетической организации и молекулярных механизмов, ответственных за патогенез *S. aureus*. Данное сообщение описывает растущий объем доказательств, связанных с нашим пониманием генетической организации и молекулярных взаимодействий лейкоцидинов *S. aureus* с клетками человека, которые играют важную роль в бактериальном патогенезе и представляют собой значительную нагрузку на здравоохранение. Понимание генетической организации, связанной с дополнительными механизмами, ответственными за реализацию токсического потенциала, может помочь нам разработать более персонализированный подход к терапии против инфекций *S. aureus*. Таким образом, улучшенное понимание молекулярных взаимодействий между лейкоцидинами *S. aureus* и рецепторами клеточной поверхности может привести к разработке альтернативных антимикробных агентов, которые либо независимо, либо в сочетании с текущими схемами лечения антибиотиками будут использоваться в качестве стратегий эффективного лечения в клинике.

*Ключевые слова:* *Staphylococcus aureus*, генетическая организация, лейкоцидины, бактериальная инфекция, токсины, изоляты.



Т.А. Вдовина\*, А.К. Апушев, Е.А. Исакова

*Алтайский ботанический сад, Риддер, Казахстан*

*\*Автор для переписки: tvdovina2017@mail.ru*

## **Влияние способов водоснабжения на водно-физические свойства почвы в аридных условиях юго-востока Казахстана**

В статье приведены данные по влажности и плотности почвы в зависимости от вариантов опыта по водосберегающим технологиям. Цель исследований заключалась в научном обосновании применения гидрогеля «Аквасорб» для улучшения водно-физических свойств почвы, что будет напрямую способствовать развитию потребительского и декоративного садоводства в аридных районах юго-востока Казахстана. Опыты по исследованию водно-физических свойств почв поставлены по общепринятым методикам. Показана эффективность гидрогеля «Аквасорб» в регулировании водоудерживающей способности почв и улучшении ее структуры, что положительно сказывается на росте и развитии растений. Лучшая обеспеченность почвенной влагой отмечена в вариантах при внесении препарата 1,5 кг/м<sup>3</sup> и 2,0 кг/м<sup>3</sup>. При использовании препарата создается благоприятный водно-воздушный режим почв, особенно в критические периоды для развития растений.

*Ключевые слова:* вариант, почва, гидрогель, предельно-полевая влагемкость, аридность.

### *Введение*

Жизнедеятельность растения зависит от условий увлажнения, водного режима растения, который характеризуется комплексом физиологических показателей. Обеспечение оптимальной влажности почв — одно из основных условий для роста и развития растений. Нехватка воды в аридных зонах Казахстана является глобальной проблемой, поэтому поиск альтернативных путей в водосберегающих технологиях имеет большое значение. Для улучшения водного режима почв применяют различные сильно набухающие полимерные гели, которые успешно используют в Англии, Германии, Канаде, Австралии, России, Казахстане [1–6]. Результаты экспериментальных исследований в этих странах показали возможность использования гидрогелей для улучшения физиологического состояния растений, повышения их продуктивности и влагоудерживающей способности почв.

Основной акцент в научно-исследовательской работе по водосберегающим технологиям сделан на применение полимерного гидрогеля «Аквасорб», который используется для улучшения водно-физических свойств почвы. Этот препарат может изменять свойства почвы, благодаря способности адсорбировать большое количество воды, в 200 и более раз превышающее собственную массу, что, в свою очередь, влияет на скорость инфильтрации и испарения, плотность и структуру почвы [7]. При выпадении осадков и поливе он накапливает большое количество воды и постепенно отдает ее растениям. Полимерные гидрогели — это пористые, хорошо набухающие, но не растворяющиеся в воде материалы. Основная часть поглощаемой гидрогелем жидкости (до 90 %) заполняет свободное поровое пространство [8].

Вода — важнейший экологический фактор для растений, она участвует в реакциях фотосинтеза, минеральные соли поступают в растение из почвы только в виде водных растворов. Особая роль воды для растений заключается в постоянном пополнении больших затрат ее на испарение в связи с развитием большой фотосинтезирующей поверхности [9].

При использовании различных водосберегающих технологий возникла необходимость изучения водно-физических свойств почвы при переходе от одного горизонта к другому. Вода в почве имеет огромное значение. С ее количеством и качеством связаны условия произрастания растений. Значение влажности почвы необходимо для определения общих и доступных для растений запасов почвенной влаги, определения рациональных поливных норм при применении различных водоудерживающих технологий и т.д. Содержание воды в почве колеблется в пределах от сильного иссушения до полного насыщения и переувлажнения. Сами растения нуждаются в регулярном поливе, который обеспечивает постоянную оптимальную влажность в корнеобитаемом слое, не менее 60% от полной влагемкости почвы. Основной путь поступления воды в растение связан с тем, что осмотическое

давление в клетках корневой системы выше, чем осмотическое давление почвенного раствора. Наиболее легко усваивается гравитационная (подвижная) вода, которая заполняет широкие промежутки между частицами почвы и просачивается вниз под действием силы тяжести, пока не достигнет грунтовых вод. Свободная вода в почве является основным источником влаги для растений. Эта форма воды представлена двумя видами: капиллярной и гравитационной. Почва, являясь пористым телом, определяет ряд функциональных водных физических свойств: водопроницаемость, влагоемкость, водоподъемную способность и испарение. В хорошо агрегированных почвах основные запасы питательных элементов, микроагрегатов, влаги находятся внутри агрегатов. «Именно почвенные агрегаты обуславливают почвенное плодородие, так как в их поровом пространстве хранятся питательные вещества, влага, которые потребляют растения». Плотность обуславливает формирование объемов порового пространства, мест обитания почвенной биоты и микроорганизмов. Уплотнение почв замедляет рост растений. Нормальный газообмен нарушается при плотности выше  $1,45 \text{ г/см}^3$ . При значении коэффициента структурности больше 1,5 структурное состояние почвы оценивают как отличное [10].

Обеспеченность растений влагой, в первую очередь, зависит от погодно-климатических условий данной местности. Климат района резко континентальный. Зима мягкая, лето жаркое. Средние температуры января —  $-6...-10 \text{ }^\circ\text{C}$ , июля  $+20...+24 \text{ }^\circ\text{C}$ . Среднегодовая температура воздуха  $+6,2...+8,0 \text{ }^\circ\text{C}$ . Абсолютный максимум воздуха  $+37...+41 \text{ }^\circ\text{C}$ , абсолютный минимум  $-33...-35 \text{ }^\circ\text{C}$ . Сумма положительных температур воздуха за теплый период  $3250-3400 \text{ }^\circ\text{C}$ , за период активной вегетации —  $2500-3050 \text{ }^\circ\text{C}$ . Безморозный период длится 160–170 дней. Среднегодовое количество осадков в данном регионе 420–500 мм, 70–75 % выпадает в теплое время года. За счет малого количества осадков в летний период (июнь–август) в почве создается жесткий водный режим.

Почва, где произрастают растения, темно-серая, с коричневым оттенком во влажном состоянии, пылевато-комковатой структуры. Механический состав по генетическим горизонтам достаточно однороден. Количество усвояемого фосфора в почве составляет 3,18 мг на 100 г почвы (горизонт А), 1,33 мг на 100 г почвы (горизонт В), калия, соответственно, 77,24–24,00 мг на 100 г почвы, т.е. обеспеченность усвояемыми формами фосфора слабая, калием — высокая, что связано с богатством почвообразующей породы первичными калийсодержащими минералами. Содержание гумуса в горизонте А составляет от 1,7 до 2,4 % [11]. Приведенное выше позволяет считать, что почвенные условия опытного участка благоприятны для выращивания древесных и кустарниковых интродуцентов.

#### Объекты и методика исследований

Место проведения опытов — Иссыкский государственный дендрологический парк, который является одним из трех пунктов проведения исследований по проекту «Испытание инновационных технологий при развитии садоводства в аридных условиях Казахстана». Он расположен в предгорно-степной зоне северного склона Заилийского Алатау в Енбекшиказахском районе Алматинской области.

Учитывая потребность растений во влаге, с климатическими и почвенными условиями данного района, заложен опыт по водосберегающим технологиям в пяти вариантах:

- 1 — применение водопоглощающего полимера «Аквасорб», норма внесения  $1,0 \text{ кг/м}^3$  (125 г для деревьев и 90 г для кустарников);
- 2 — применение водопоглощающего полимера «Аквасорб», норма внесения  $1,5 \text{ кг/м}^3$  (188 г для деревьев и 135 г для кустарников);
- 3 — применение водопоглощающего полимера «Аквасорб», норма внесения  $2,0 \text{ кг/м}^3$  (250 г для деревьев и 180 г для кустарников);
- 4 — использование оросительной системы капельного типа;
- 5 — полив по бороздам (контроль).

Нормы гидрогеля были выбраны на основе анализа его эффективности в различных регионах. Для деревьев использовали «Аквасорбс» марки К–4, для кустарников К–2. Согласно проведенным расчетам, в зависимости от варианта опыта, объема вынутого грунта (под деревья и кустарники), вносили от 90 до 250 г препарата на одно посадочное место.

В эксперимент включены следующие виды: ель сибирская — *Picea obovata* Ledeb.; туя западная — *Thuja occidentalis* L.; черемуха обыкновенная — *Padus racemosa* (Lam.) Gilib.; береза бородавчатая — *Betula pendula* Roth.; липа мелколистная — *Tilia cordata* Mill.; клен остролистный — *Acer platanoides* L.; боярышник обыкновенный — *Crataegus oxyacantha* L.; яблоня домашняя — *Malus domestica* cv. 'Салтанат'; смородина черная — *Ribes nigrum* L. cv. 'Минай Шмырев'; барбарис

илийский — *Berberis iliensis* М. Рор. В каждом варианте все виды и сорта представлены 21 экземпляром (по 7 шт в каждой повторности). Опыты поставлены в трехкратной повторности, каждый вариант занимает 0,2 га.

Под влагоемкостью понимают способность почвы вмещать и удерживать в своих порах то или иное количество влаги. Влагоемкость выражают в процентах к массе сухой почвы. Ее величина зависит от свойств и строения почвы, количества влаги и гумуса. Полевая влагоемкость представляет собой предельное количество воды, которое почва в состоянии удержать в полевых условиях после стекания гравитационной влаги. По величине предельно-полевой влагоемкости судят о максимальных запасах общей и полезной влаги, удерживаемых почвой.

Оценка предельно-полевой влагоемкости проводилась по шкале Н.А. Качинского [12]. Почва с влагоемкостью 40–50 % считается наилучшей; 30–40 % — хорошей; 25–30 % — удовлетворительной; менее 25 % — неудовлетворительной.

#### Результаты исследований и их обсуждение

Плотность почв Иссыкского дендрария на глубине 0–20 см по вариантам составляет 1,18–1,35 г/см<sup>3</sup>. Оптимальными для средне- и легкосуглинистых почв являются показатели 1,2–1,4 г/см<sup>3</sup>. С увеличением глубины плотность почв здесь возрастает более значительно до 2,2–2,4 г/см<sup>3</sup>. Таким образом, нижние слои почвы являются не совсем благоприятными для полноценного развития растений.

Изучение влажности почвы по вариантам проводили в трехкратной повторности, начиная с поверхностного слоя и до глубины 50 см, с июня по август, с интервалом в 30 дней. По результатам исследования на влажность в июне получены следующие данные. Влажность почвы в 10–50-сантиметровом слое колебалась от 11,16 % в варианте «полив по бороздам» до 18,03 % при внесении препарата 2,0 кг/м<sup>3</sup> (рис. 1).

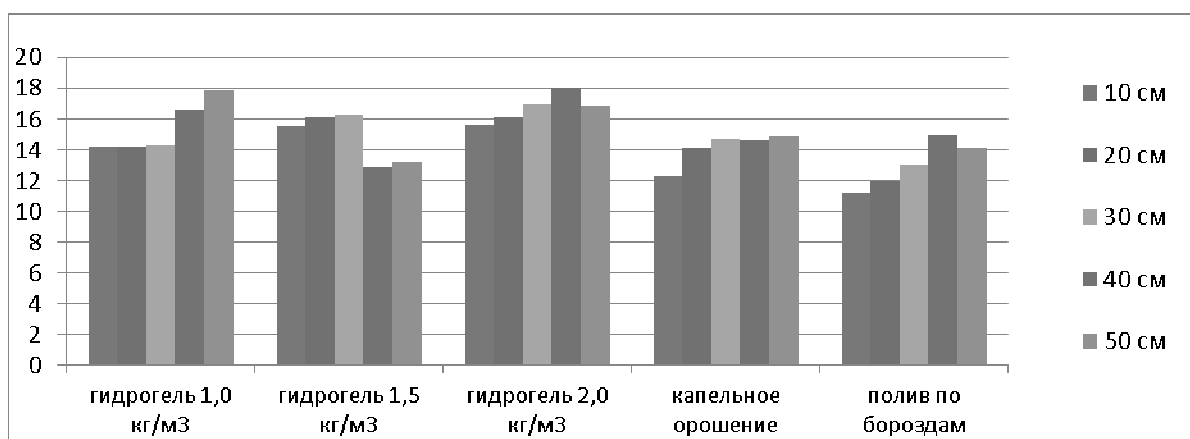


Рисунок 1. Показатели влажности почв в Иссыкском дендрарии за июнь 2019 г.

В 1, 3, 4, 5-м вариантах опыта наблюдается повышение влажности почвы с увеличением глубины взятия пробы. Во 2-м варианте при норме гидрогеля 1,5 кг/м<sup>3</sup> влажность почв на глубине 40–50 см снизилась до 12,83–13,16%. С увеличением нормы внесения гидрогеля в 3-м варианте до 2,0 кг/м<sup>3</sup> увеличивается влажность почвы в нижних горизонтах (16,85–18,03%). Из традиционных способов полива капельное орошение способствует равномерному повышению влажности с 12,24 до 14,8% по всем горизонтам почвы.

В июле с повышением температуры воздуха до +36...+38 °С идет интенсивное иссушение почвы, особенно верхнего 10 см слоя. Так, если в июне самый низкий уровень влажности почвы колебался в пределах 11,16–12,24 % в вариантах 4 и 5, то в июле этот показатель снизился до 8,16–9,48 % (рис. 2).

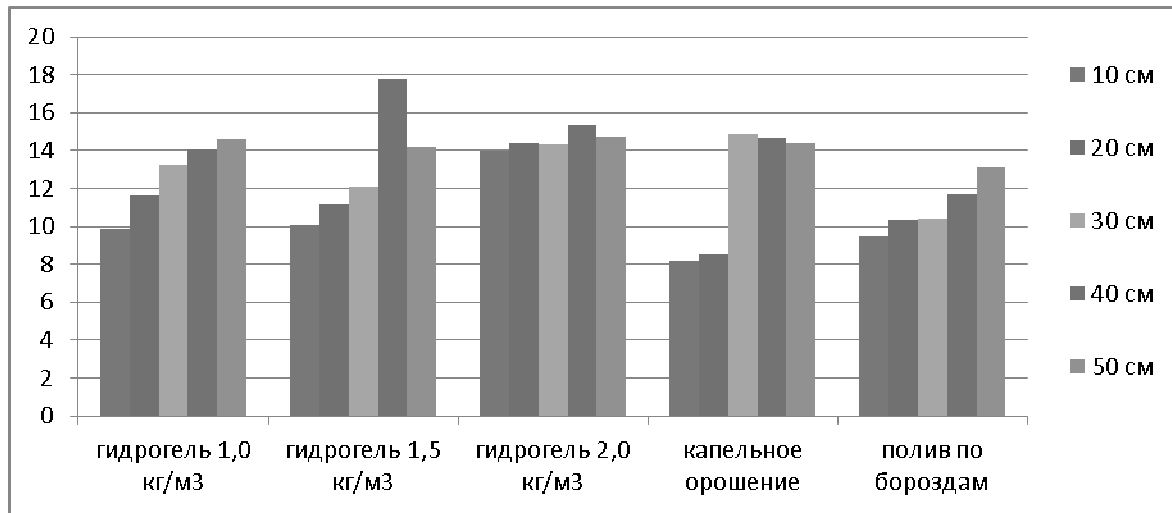


Рисунок 2. Показатели влажности почв в Иссыкском дендрарии за июль 2019 г.

Несколько выше влажность почвы 10,0–11,8 % по этим горизонтам в 1- и 2-м вариантах. Увеличение нормы внесения полимера до 2,0 кг/м<sup>3</sup> в 3-м варианте способствует равномерному повышению влажности по всем горизонтам в полуметровом слое почвы и составляет 13,8–14,3 %. Наибольшее повышение влажности почвы наблюдается в 40-сантиметровом слое почвы в вариантах с внесением полимера 1,5 кг/м<sup>3</sup> и 2,0 кг/м<sup>3</sup>, соответственно влажность равна 17,78–15,50 %. При капельном орошении в самый жаркий период вегетации наблюдается увеличение влажности на глубине 30–50 см до 14,40–14,86 %. Она почти не различается.

В условиях юго-востока Казахстана в августе наблюдается явный дефицит влаги, что отражается на состоянии растений. Неблагоприятный водный режим растений в этом месяце обусловлен недостатком воды в почве (число дней с температурой выше +30 °С составляет 24 дня), а также большой сухостью воздуха. В этот критический момент еще сильнее проявляется действие препарата. Ситуация с влажностью почвы несколько меняется по сравнению с предыдущими месяцами. В результате проведенных исследований отмечено явное преимущество всех трех вариантов с внесением полимера в сохранении влажности почвы по сравнению с капельным орошением и поливом по бороздам. В варианте с внесением полимера 1,0 кг/м<sup>3</sup> наблюдается постепенное увеличение влажности почвы с увеличением глубины до 50 см от 11,25 до 16,79%, но наибольшего значения влажность почвы достигает в варианте с внесением полимера 1,5 кг/м<sup>3</sup> — 16,95–17,33 % в слое 30–40 см (рис. 3).

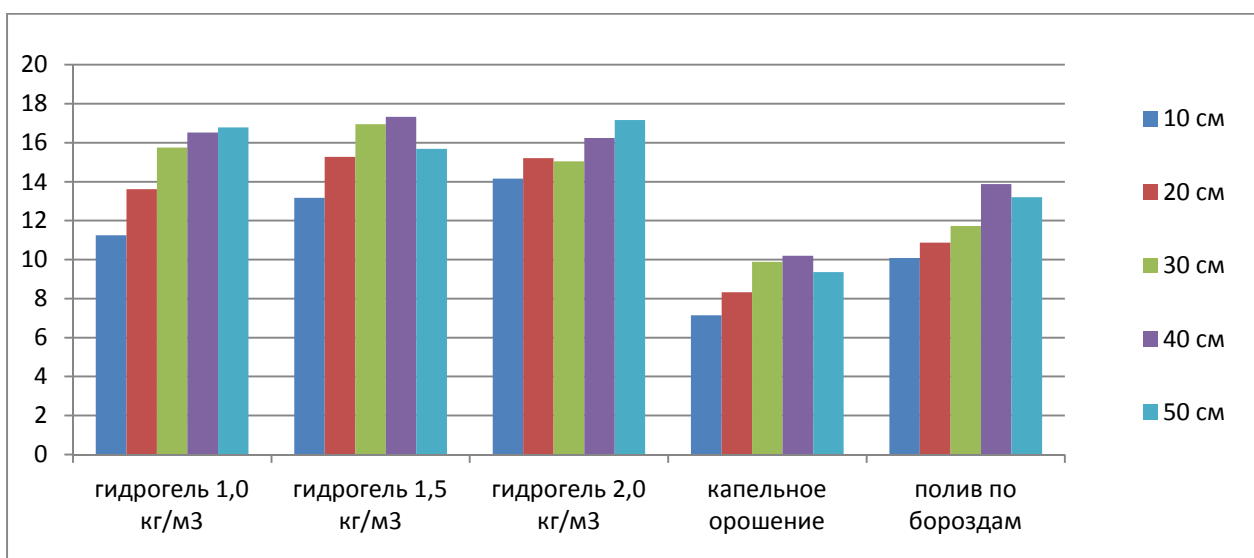


Рисунок 3. Показатели влажности почв в Иссыкском дендрарии за август 2019 г.

Наименьшая влажность почвы по всей глубине среза прослеживается в варианте с капельным орошением. Значения по влажности почвы находятся в пределах 7,0–9,1%. Выше значения при поливе по бороздам они получили такое же распределение, как в 4-м варианте, с разницей от 9,2 до 13,8 %.

### Заключение

Изучение агрофизических свойств почв опытного участка — предельно-полевой влагоемкости, запасов продуктивной влаги, плотности — показали их полную пригодность для нормальной жизнедеятельности экспериментальных растений. Использование гидрогеля «Аквасорб» позволяет создать благоприятный водно-воздушный режим почвы, обеспечивающий оптимальное физиологическое состояние растений. Изучение динамики влажности почвы показало снижение запасов почвенной влаги в полуметровом слое с июня к августу, особенно в вариантах 4- и 5-м с капельным орошением и поливом по бороздам. Применяемые технологии влагообеспечения оказывают влияние на накопление влаги в течение вегетационного периода. Увеличение нормы полимера до 2,0 кг/м<sup>3</sup> способствует равномерному повышению влажности в полуметровом слое почвы за время наблюдений, особенно в критический период в августе. Установлено, что капельное орошение по накоплению влаги уступает первым трем вариантам с применением гидрогеля «Аквасорб». Если сравнивать варианты с использованием гидрогеля, то норма 2,0 кг/м<sup>3</sup> дает преимущество перед остальными.

Результаты исследований свидетельствуют о положительном влиянии гидрогеля «Аквасорб» в норме 1,5 кг/м<sup>3</sup> и 2,0 кг/м<sup>3</sup> и на содержание в почве продуктивной влаги на основных этапах развития растений. Проведенный эксперимент показал, что полимерный гидрогель обладает высокой вододерживающей способностью, а в норме 2,0 кг/м<sup>3</sup> достигает максимального значения влажности почв. Это обеспечивает запасы влаги в почве, в том числе и доступной растениям.

*Работа выполнена в рамках научно-технической программы BR05236444 — «Испытание инновационных технологий при развитии садоводства в аридных условиях Казахстана».*

### Список литературы

- 1 Янов В.И. Возделывание полыни эстрагонной с применением гидрогеля для получения эфирных масел / В.И. Янов // Земледелие. — 2010. — № 1. — С. 31, 32.
- 2 Кузин Е.Н. Влияние полимерной мелиорации и удобрений на структурное состояние чернозема выщелоченного и урожайность / Е.Н. Кузин, А.Н. Арефьев // Земледелие. — 2013. — № 2. — С. 12–14.
- 3 Шилов А. Влияние системы удобрений и сильно набухающего полимерного гидрогеля на урожайность пшеницы / А. Шилов, А. Плотников, В. Тарабаев // Главный агроном. — 2013. — № 2. — С. 15–17.
- 4 DeBell D.S. Growth and physiology of loblolly pine roots under various water table level and phosphorous treatments / D.S. DeBell, D.D. Hook, W.H. McKee // J. For. Sci. — 1984. — Vol. 30. — P. 705–714.
- 5 Deren D. Agrogel usage in cultivation of trees planted in ridges. [Опыты по применению почвоулучшителя агрогеля при выращивании яблони в гребнях (Польша)] / D. Deren, A. Szewczuk, E. Gudarowska // J. Fruit ornamental Plant Res. — 2010. — Vol. 18, No. 2. — P. 78–82.
- 6 Тибирьков А.П. Влияние полимерного гидрогеля и условий минерального питания на урожай и качество зерна озимой пшеницы на светло-каштановых почвах / А.П. Тибирьков, В.И. Филин // Изв. Нижневолж. агроун. компл.: Наука и высшее профессиональное образование. — 2012. — № 3(27). — С. 66–70.
- 7 Наумов П.В. Оптимизация влагообеспеченности почв с помощью полимерных гидрогелей / П.В. Наумов, Л.Ф. Щербакова, А. А. Окалелова // Изв. Нижневолж. агроун. компл.: Наука и высшее профессиональное образование. — 2011. — № 4. — С. 1–5.
- 8 Годунова Е.И. Перспективы использования гидрогеля в земледелии Центрального Предкавказья / Е.И. Годунова, В.Н. Гудырин, С.Н. Шкабарда // Достижения науки и техники АПК. — 2014. — № 1. — С. 24–27.
- 9 Тибирьков А.П. Влияние полиакриламидного гидрогеля на структурно-агрегатный состав пахотного слоя светло-каштановой почвы Волго-Донского междуречья / А.П. Тибирьков, В.И. Филин // Изв. Нижневолж. агроун. компл.: Наука и высшее профессиональное образование. — 2013. — № 4. — С. 1–5.
- 10 Вальков В.Ф. Почвоведение / В.Ф. Вальков, К.Ш. Казеев, С.И. Колесников. — М., 2006. — 496 с.
- 11 Агроклиматические ресурсы Восточно-Казахстанской области Казахской ССР. — Л.: Гидрометеоздат, 1975. — 159 с.
- 12 Качинский Н.А. Водно-физические свойства и режимы почв / Н.А. Качинский. — М.: Высш. шк., 1970. — 359 с.

Т.А. Вдовина, А.К. Апушев, Е.А. Исакова

## Сумен қамту тәсілдерінің Қазақстанның оңтүстік-шығысының құрғақшылық жағдайларындағы топырақтың су-физикалық қасиеттеріне әсері

Мақалада суды үнемдейтін технологиялардың тәжірибелік нұсқаларына байланысты топырақтың ылғалдылығы мен тығыздығы туралы мәліметтер келтірілген. «Аквасорб» гидрогелінің өсімдіктердің өсуіне және дамуына тікелей әсер ететін топырақтың су өткізгіштігін реттейтін және оның құрылымын жақсартудағы тиімділігі көрсетілген. Топырақ ылғалының ең жақсы жеткізілімі дайындық кезінде 1,5 кг/м<sup>3</sup> және 2,0 кг/м<sup>3</sup> болатын нұсқаларда байқалды. Препаратты қолданған кезде, әсіресе өсімдіктердің дамуы үшін маңызды кезеңдерде, топырақтың қолайлы су-ауа режимі жасалған. Зерттеудің мақсаты — оңтүстік-шығыс Қазақстанның құрғақ аудандарында тұтынушылық және сәндік бақша шаруашылығын дамытуға тікелей ықпал ететін топырақтың су-физикалық қасиеттерін жақсарту үшін «Аквасорбс» гидрогелін қолдануды ғылыми негіздеу. Топырақтың су-физикалық қасиеттерін зерттеу бойынша тәжірибелер жалпы қабылданған әдістерге сәйкес жүргізілген.

*Кілт сөздер:* нұсқа, топырақ, гидрогель, шектік-далалық ылғал сыйымдылығы, құрғақшылық.

T.A. Vdovina, A.K. Apushev, E.A. Isakova

## Influence of water supply methods of water-physical properties of soil in terms of arid conditions of South-East Kazakhstan

This article provides data on soil moisture and density, depending on the test options for water-saving technologies. The effectiveness of the «Aqusorb» hydrogel in regulating the water holding capacity of soils and improving its structure, which directly affects the growth and development of plants, has been shown. The best supply of soil moisture was noted in the options when the preparation was applied, 1.5 kg/m<sup>3</sup> and 2.0 kg/m<sup>3</sup>. When using the preparation favorable water-air regime of soils appears, especially in critical periods for the development of plants. The purpose of the research was the scientific justification for the use of the «Aqusorb» hydrogel to improve the water-physical properties of the soil, which will directly contribute to the development of consumer and decorative gardening in the arid regions of southeast Kazakhstan. Experiments on the study of the water-physical properties of soils were performed according to generally accepted methods.

*Keywords:* option, soil, hydrogel, maximum field moisture capacity, aridity.

### References

- 1 Yanov, V.I. (2010). Vozdelyvanie polyni estrahonnoi s primeneniem hidroheliia dlia polucheniia efirnykh masel [Cultivation of *Artemisia dracunculus* with using hydrogel for production of essential oil]. *Zemledelie — Agriculture*, 1, 31–32 [in Russian].
- 2 Kuzin, E.N., & Arefev, A.N. (2013). Vliianie polimernoi melioratsii i udobrenii na strukturnoe sostoianie chernozema vyshchelochennoho i urozhainost [Effect of polymer reclamation and fertilizers on the structural state of leached chernozem and yield]. *Zemledelie — Agriculture*, 2, 12–14.
- 3 Shilov, A., Plotnikov, A., & Tarabaev, V. (2013). Vliianie sistemy udobrenii i silno nabukhaiushcheho polimernoho hidroheliia na urozhainost pshenitsy [Effect of fertilizer system and highly swelling polymer hydrogel on wheat yield]. *Hlavnii ahronom — Main Agronomist*, 2, 15–17.
- 4 De Bell, D.S., Hook, D.D., & McKee, W.H. (1984). Growth and physiology of loblolly pine roots under various water table level and phosphorous treatments. *J. For. Sci.*, 30, 705–714.
- 5 Deren, D., Szewczuk, A., & Gudarowska, E. (2010). Agrogel usage in cultivation of trees planted in ridges. *J. Fruit ornamental Plant Res.*, 18(2), 78–82.
- 6 Tibirkov, A.P., & Filin, V.I. (2012). Vliianie polimernoho hidroheliia i uslovii mineralnogo pitaniia na urozhai i kachestvo zerna ozimoi pshenitsy na svetlo-kashtanovykh pochvakh [Influence of polymer hydrogel and mineral nutritional conditions on harvest and quality of winter wheat grains on light chestnut soils]. *Izvestiia Nizhnevolzhskogo ahrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professionalnoe obrazovanie — News of the Nizhnevolzhsky agro-university complex: Science and higher vocational education*, 3(27), 66–70 [in Russian].
- 7 Naumov, P.V., Shcherbakova, L.F., & Okalelova, A.A. (2011). Optimizatsiia vlahoobespechennosti pochv s pomoshchiu polimernykh hidroheliia [Optimization of soil moisture availability using polymer hydrogels]. *Izvestiia Nizhnevolzhskogo ahrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professionalnoe obrazovanie — News of the Nizhnevolzhsky agro-university complex*, 4, 1–5 [in Russian].

8 Godunova, E.I., Gudyryn, V.N., & Shkabarda, S.N. (2014). Perspektivy ispolzovaniia hidrohelia v zemledelii Tsentralnogo Predkavkazia [Prospect of using hydrogel in agriculture of the Central Caucasian]. *Dostizheniia nauki i tekhniki APK — Achievements of science and technincs of AIC*, 1, 24–27.

9 Tibir'kov, A.P., & Filin, V.I. (2013). Vliianie poliakrilamidnogo hidrohelia na strukturno-agregatnyi sostav pahotnogo sloia svetlo-kashtanovoi pochvy Volho-Donskoho mezhdurechia [Effect of polyacrylamide hydrogel on the structural-aggregate composition of the arable layer of light chestnut soil of the Volga-Don interfluve]. *Izvestiia Nizhnevolzhskogo ahrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professionalnoe obrazovanie — News of the Nizhnevolzhsky agro-university complex*, 4, 1–5 [in Russian].

10 Val'kov, V.F., Kazeev, K.Sh., & Kolesnikov, S.I. (2006). *Pochvovedenie [Soil science]*. Moscow [in Russian].

11 *Ahroklimaticheskie resursy Vostochno-Kazakhstanskoi oblasti Kazakhskoi SSR [Agro-climatic resources of the East Kazakhstan region of the Kazakh SSR]*. (1975). Leningrad: Hidrometeoizdat [in Russian].

12 Kachinskii, N.A. (1970). *Vodno-fizicheskie svoistva i rezhimy pochv [Water-physical properties and soil regimes]*. Moscow: Vysshiaia shkola [in Russian].

L.M. Grudzinskaya, N.G. Gemejiyeva, Zh.Zh. Karzhaubekova\*

*Institute of botany and phytointroduction, Almaty, Kazakhstan**\*Corresponding author: zhanna1322@mail.ru*

## The Kazakhstan medicinal flora survey in a leading families volume

It has been performed a comprehensive survey of botany — pharmacological research of 7 leading families of medicinal flora in Kazakhstan which combine 648 species (46 per cent of all pharmaceutical flora). The leading families encompassing the largest number of species are *Asteraceae* (196 species), *Rosaceae* (89), *Lamiaceae* и *Fabaceae* (по 78), *Ranunculaceae* (75), *Apiaceae* (69), *Brassicaceae* (63). The families to be analyzed include 109 pharmacopoeia species (some 47 per cent of all known species in Kazakhstan of official medicine) and 18 rare ones. Research on resource potential of medicinal species within analysed families has been extremely low. Out of 648 medical herbs raw materials inventory has been defined only for 88 that makes up some 3.6 % species of plants of 7 leading families, among them there are 50 species to be applied to official medicine. The introduction research of medicinal plants is substantially high than recourse one. In the territory of Kazakhstan has been tested in crop about 40 per cent of the plants of families mentioned above. The features of farming techniques have been worked out only for 15 pharmacopoeia species; the crop yields of medicinal plants in crop have been defined for 70 species of leading families.

*Keywords:* medicinal plants, floristic analysis, resources, introduction, Kazakhstan's flora.

### Introduction

The flora of Kazakhstan has got some huge opportunities as a source of promising medicinal forms. The active research going on over the world in the field of chemistry of natural compounds is continually increasing the number of pharmaceutical species. In the past years in Kazakhstan, have been obtained new effective medical preparations from kazakhstani species *Aconitum* L., *Delphinium* L., *Thalictrum* L., *Leonurus* L., *Peganum* L. and others [1].

The floristic composition defines the number of vascular plants of Kazakhstan about 6000 species varying 5100 to 6000 species of genera. Our statistics is oriented to the latest findings S.A. Abdullina [2] that points out that in Kazakhstan's flora has 5658 species, 1067 genus and 159 vascular plant families.

As a result of the screening has been made an annotated list of medicinal plants of Kazakhstan which including 1406 species related to 134 families of high flowering plants that makes up a one-fourth all the species of flora in Kazakhstan [3, 4].

The greatest number of medicinal plants species include the family *Asteraceae* (196 species), *Rosaceae* (89), *Lamiaceae* (78), *Fabaceae* (78), *Ranunculaceae* (75), *Apiaceae* (69) and *Brassicaceae* (63). Four more families represented by 45–30 species (*Polygonaceae* (44), *Caryophyllaceae* (41), *Poaceae* (35), *Boraginaceae* (30); 15 families are containing about 10–21 species; 47 families are contains from 9 to 3 species (*Berberidaceae*, *Iridaceae*, *Papaveraceae*, *Solanaceae* and etc.); 22 families are presented by 2 species (*Equisetaceae*, *Linaceae*, *Nitrariaceae*, *Verbenaceae* and etc.); by one species represented 35 or 26 % (*Aceraceae*, *Capparaceae*, *Datisceae*, *Juglandaceae*, *Polypodiaceae*, and etc.). The average number of specie per family is 10.6. The largest genres are *Artemisia* L. (40 species), *Potentilla* L. (24), *Euphorbia* L. (18). Genera *Ferula* L., *Polygonum* L., *Rumex* L. accounts for the equal number of species (by 15). *Astragalus* L. (14) and *Ranunculus* L. (13) are quite essential.

Analytical review generalizing the known literary and experimental taxonomical, biomorphological, phytocenological, pharmacological, resource, and plant introduction findings within the family has been carried out for 7 most important plant families.

### Methodology

The literature related to the title of species belong to their families was effected by a search using the keywords of Latin name of plants and/or their synonymes as well as its indigenouse titles in local places, biological activity, phytochemistry, resource potential of wild grow species and etc. in "Science Direct", "Scopus", "Web of Science" "elibrary" databases. The taxonomy of families is having been corrected over the system APG IV [5, 6]. Genus titles are given according to the internet resource Plantarium and Plant list [7].



Productivity and yield of plant raw materials have been taking into account and under "productivity" of plants refers to the amount of raw materials or seeds obtained from one plant (min-max/average value in gramm); "yield data" the amount of raw materials or seeds per unit area [8, 9]. Resources of wild growing medicinal plants were carried by plant stock determination methodology [10].

### Results and discussion

Seven leading plant families were studied which include 109 pharmacopoeia species (about 47 % of all known official medicine species in Kazakhstan) except 18 rare ones (*Aconitum talassicum* Popov, *Adonis vernalis* L., *Prunus armeniaca* L., *Artemisia cina* Berg ex Poljakov, *Crataegus ambigua* C.A. Mey.ex A.K. Becker, *Ferula iliensis* Krasn.ex Korovin, *Malus sieversii* (Ledeb.) M. Roem, and etc.).

Within analyzed families has been mentioned most of known classes of biologically active substances (flavonoids and their derivatives, alkaloid, coumarin, tanniferous plants, terpenoids as well saponin and etc).

Research on resource potential of medicinal species within analysed families has been extremely low. Out of 648 medical herbs raw materials inventory has been defined only for 88 that makes up some 3.6 % species of plants, among them there are 50 species to be applied to official medicine.

The introduction research of medicinal plants is substantially high than recourse one. In the territory of Kazakhstan has been tested in crop about 40 % of the plants of families mentioned above. The features of farming techniques have been worked out only for 15 pharmacopoeia species; the crop yields of medicinal plants in crop has been defined for 70 species of studied leading families.

Family **Apiaceae Lindl.** This taxon has 69 species from 41 genera which grow in the territory of Kazakhstan that makes up one-third of all the family known in the territory of the country and there are 226 species. The largest genera *Ferula* L. (15), *Bupleurum* L. (4), *Angelica* L. (4), *Eryngium* L. (3), 6 genera include 2 species and 31 by 1 species. All the species of family biomorphologically is herbal plants. The majority (82 %) is perennial plants, biennial plants are 6 % and annual plants are 12 %. The ecological structure of flora of this family is characterized almost by an equal number of species of ecomoph mesophilic (34 %) and xerophilous (35 %) formation. Hygrophytes and hydrophytes are shown in the small number of species, total 8 %.

Botanical and geographical survey is evidence of that among the pharmaceutical species of family the most representative are the plants with a palaeartic habitat — 15 species (*Aegopodium alpestre*, *Aegopodium podagraria*, *Falcaria vulgaris*, *Foeniculum vulgare*, *Sium latifolium* and etc.). The group of hol-arctic species is figured by 4 species: *Carum carvi*, *Cicuta virosa* and etc. Among the cosmopolitan there is one species only *Daucus carota*. The majority of medicinal species of family has got Mountain Middle Asian region (*Ferula transiliensis*), mountain middle Asia-Siberian (*Anthriscus sylvestris*), Mountain Siberian-Tyan Shan (*Angelica archangelica* subsp. *decurrens*, *Bupleurum longifolium*, *Heracleum dissectum*), Mountain Central Asian-Southern Altaian and Mountain Central Asian-Iranian mountain habitats. Only a small part of species has got some middle Central Asian-Turan and Turan habitats. As a whole, the area survey gives an evidence of a southern origin species has got some substantial advantages of northern ones.

In official medicine 14 species of the plants of *Apiaceae* family (*Anethum graveolens*, *Bupleurum longifolium*, *Bupleurum multinerve*, *Carum carvi*, *Conium maculatum*, *Coriandrum sativum*, *Daucus carota*, *Ferula foetida*, *Ferula sumbul*, *Foeniculum vulgare*, *Oenanthe aquatica*, *Pastinaca sativa*, *Peucedanum morisonii*, *Pimpinella saxifraga*) are applied in folk medicine. As a raw material is mainly serves an underground part or seeds rarely aerial part as *Conium maculatum* or *Eryngium planum*. The majority of the family species tend to accumulate mono-, sesquiterpenes, as well other metabolites of secondary biosynthesis — coumarins and their derivatives (oxi-, metoxi-, furo-, pyrancoumarins) — umbelliferone, angelicin, scopoletin and etc. Some furocourmarins are typical only for *Apiaceae* and *Rutacea* family species, for instance, suberozin, seselin, peusedanol, pimpinelin and etc. [11, 12], for some species of *Bupleurum* L. is typical to high content of flavonoid 2.0–17.9 %, but in the species of *Ferula* L. genus present flavonoids a little [13]. Plants of genus *Ferula* L. tend to accumulate sulfur-bearing compounds [14]. In the traces have been discovered simply structured alkaloids. In official medicine 16 species are applied mainly as expectorant, diuretic, analgesic, antiseptic, hemostatic agents and showing an antioxidant, antibacterial and antifungicide effect [15, 12]. Plants species having an antineoplastic effect is mainly applied in a folk medicine (16 species) including *Conium maculatum* L. which recorded in State register of medicinal preparations Kaz 2013 [16].

Raw materials inventory has been defined only at 6 out of 14 officially recognized species of this family and 1 species to be applied in experimental medicine (*Bupleurum longifolium*, *Bupleurum multinerve*, *Carum*

*carvi*, *Conium maculatum*, *Ferula foetida*, *Ferula songarica*, *Peucedanum morisonii*). For the majority species of studied family to be applied in an official medicine raw materials inventory has not been studied.

During introductory experiment 12 out of 14 official species grew successfully, some species quite often grow as a green garden crop; there has no data on experimental production cultivation species belong to *Apiaceae* in the territory of Kazakhstan. The productivity of raw material of 8 species of family has been defined by us when growing in the foothills of Ile Alatau mountain (*Carum carvi* 2.2–7.9/5.05 g, *Coriandrum sativum* 0.45–9.99 /5.092 g, *Eryngium planum* 4.65–7.9 /14.792 g, *Ferula songarica* .../373.1 g, *Foeniculum vulgare* 10.25–84.9 /31.017 g, *Pastinaca sativa* 3.56–19.3 /8.68 g, *Peucedanum morisonii* .../517.1 g, *Pimpinella saxifraga* 8,–21.3 /16.35 g). Altogether in terms of introduction in the areas of Kazakhstan have been tested 26 species of this family.

Family ***Asteraceae* Giseke**. In the territory of Kazakhstan is defined about 196 medicinal species from 74 genera that making up one-fourth of a whole family in the republic, numbering to 885 species. It is a big family in saturation by medicinal herbs. The number of taxa of families is quite high: genus *Artemisia* L. — 40 species, *Achillea* L. (9), *Saussurea* L. (9), *Inula* L. (8), *Centaurea* L. (7), *Cirsium* Hill. (6), *Serratula* L., *Senecio* L., *Tanacetum* L., *Jurinea* L., *Echinops* L. (accordantly 4–5). There are 39 genera comprising one medicinal species. The majority of family species are permanent grasses or dwarf subshrub (153 species — 71 %). Family members inhabit in the very various ecological and geographical conditions. Among them were found xerophyte, mesophytes, psychrophytes, halophytes, psammophyte and etc.

By having analyzed the flora of family in botanical and geographical elements, it is necessary to note a large number comparatively of southern origin species. They make up one-fourth of a whole massive of medicinal flora of family. Plants species with a wide natural habitat (palae-arctic, hol-arctic and cosmopolitan) are less represented: *Helichrysum arenarium*, *Aster alpinus*, *Achillea millefolium* and etc. Further, on frequency of occurrence goes a group of species Altaian mountain Siberian habitat, they are common from Altai across Mountain Soongari Alatau up to the Central Asia Mountains. Northern species and plants are less found having got mountain central Asian habitats. Steppe and desert plants of Turan group can be found less.

Species of the fam. *Asteraceae* are the most applied in pharmaceutical industry. As a raw material in pharmaceutical preparations serve areal part of plants and only at *Rhaponticum carthamoides* and species belong to *Inula* L. roots are used. Quite high content of essential oil has been found in 82 species usually it is characterized by a high content of pinene, limonene, borneol and etc. [17]. In official medicine 29 species are applied, the members of which belong to *Achillea* L., *Artemisia* L., *Centaurea* L. and *Inula* L. The richest in terpene compound and sesquiterpenoids (achimilic acids A, B, C are obtained from *Achillea millefolium* [18], di- and triterpenoids ( $\alpha$ -fernenol, pentacyclic triterpenoid isolated from *Artemisia vulgaris*), saponins (aglycon of which in many cases are Olean). A number of the *Artemisia*'s species (*Artemisia cina*, *A. scoparia*, *A. arenaria*, *A. gracilescens*, *A. vulgaris*, *A. juncea*, *A. glabra*) has a high antitumor effect [19].

The majority of species *Asteraceae* alkaloid bearing plants in them have been found sesquiterpene alkaloids [20], quinolinic alkaloids — echinopsidin and etc. (from *Echinops ritro*), *Senecio* L. species highlighted senecifiline [21]. The plants are rich with coumarin for instance, scopoletin and its derivatives, scoparin, daphnetin, umbelliferone can be more found in genus *Artemisia* L., cikorine in *Centaurea* L. [11]. Among this family species there is a lot of flavonoid bearing plants (122 species). In *Achillea millefolium* has been discovered a high content of luteolin and its glycoside, routine, derivative apigenins, as well isorhamnetin glycoside, quercetin, kaemferol [13]. From *Calendula officinalis* polysaccharides are of more interest ((1→3)- $\beta$ -D-galactan) as antiallergic drug. In underground part of *Inula helenium* has been found inulin (~ 40 %), which "decreases a glycoase level in alloxan induced diabetes" [22].

Resources are identified for 29 species. *Artemisia* species (11) are more studied in resource potential as a plant raw material and 5 of them applied in official medicine *Artemisia absinthium*, *A. cina*, *A. glabella*, *A. leucodes*, *A. vulgaris* and 6 species (*Artemisia annua*, *Artemisia dracuncululus*, *A. rutifolia*, *A. santolinifolia*, *A. sieversiana*, *A. terrae-albae*) in experimental medicine. Besides, raw resources are defined in 2 milfoil species (*Achillea millefolium*, *A. nobilis*), 2 immortelle species (*Helichrysum arenarium*, *H. maracandicum*) applied in official and experimental medicine.

At the same time in diversity of species widely used in official medicine, the raw resources are not studied for *Ajania fruticulosa*, *Anethum graveolens*, *Arctium lappa*, *Artemisia taurica*, *Calendula officinalis*, *Centaurea cyanus*, *Chamomilla suaveolens*, *Centaurea benedicta* (*Cnicus benedictus*), *Echinops ritro*, *Silybum marianum*, *Solidago canadensis*, *S. virgaurea*, *Taraxacum officinale*.

Cultivation specificity are identified for 83 species (41 %) of medicinal plants of this family which mainly grew in botany gardens of Kazakhstan. Among official plants 26 species are tested — 89 %, crop capacity of the raw is defined in experimental and production conditions, a number of farming techniques has been perfected: (*Ajania fruticulosa* — 2.8–5.3 c/he (Nashenova et.al. 2011); *Artemisia annua* — up to 300 g/m<sup>2</sup> aerial dry [23]; *Helichrysum arenarium* — 49 g/m<sup>2</sup> [24]; *Inula helenium* (3–4 years) — 19.7 c/he [25]; *Rhaponticum carthamoides* — 160–250 c/he green mass, 10–15 c/he dry roots [26, 27]; *Serratula coronata* — 308.9–2381.7 g/m<sup>2</sup> [28]; *Tussilago farfara* L. — 3.7 c/he [29], agrotechnical works worked out for *Artemisia glabella*, *Calendula officinalis*, *Matricaria chamomilla* (*Chamomilla recutita*), *Inula helenium*, *Tanacetum vulgare*.

In the foot hill zone of Transili Alatau in the conditions of small plots cultivation defined crop yields data for 27 species belong to *Asteraceae* fam. (*Achillea millefolium* 18.25–67.81/34.17 g; *Ajania fastigiata* 19.31–193.0/106.18 g; *Ajania fruticulosa* 1.806–3.35/2.628 g; *Cota tinctoria* (*Anthemis tinctoria*) 5.32–38.7/21.862 g; *Arctium lappa* .../148.1 g; *Arctium tomentosum* .../268.0 g; *Artemisia absinthium* 18.4–178.2/83.9 g; *Artemisia dracunculus* 30.3–277.5/128.05 g; *Artemisia vulgaris* 53.2–784/321.69 g; *Bidens tripartita* 1.45–61.0/12.106 g; *Parasenecio hastatus* (*Cacalia hastata*) 1.2–26.5/9.535 g; *Calendula officinalis* 0.227–0.637/0.432 g; *Cyanus segetum* (*Centaurea cyanus*) 0.928–7.83/2.227 g; *Matricaria chamomilla* (*Chamomilla recutita*) 0.635–2.7/1.807 g; *Cichorium intybus* 6.0–9.1/7.5 g; *Centaurea benedicta* (*Cnicus benedictus*) 7.96–62.4/22.233 g; *Eupatorium cannabinum* 28.61–112.0/69.087 g; *Laphangium luteoalbum* (*Gnaphalium luteo-album*) 0.65–1.65/1.150 g; *Inula helenium* 55.0–536.7/189.98 g; *Tanacetum coccineum* (*Pyrethrum coccineum*) 3.049–10.9/6.036 g; *Pyrethrum corymbosum* 82.5–165.6/144.28 g; *Tanacetum parthenifolium* (*Pyrethrum parthenifolium*) 4.97–35.72/17.56 g; *Rhaponticum carthamoides* 6.8–12.4/10.271 g; *Scorzonera hispanica* .../50.1 g; *Silybum marianum* 0.93–18.72/4.355 g; *Solidago virgaurea* 4.115–37.1 /12.423 g; *Tanacetum vulgare* 9.46–78.0 /34.621 g.

Family **Brassicaceae Burnett**. In Kazakhstan 63 medicinal plants species from 30 genera that makes up about one-fourth of (24.5 %) all species of this family and numbering to 294 species in the territory of Kazakhstan. In biomorphologic spectre all species of the family are herbaceous plants. Among them there are 25(36 %) annual plant species; 20 (28 %) perennial plant species; 14 (21 %) biennial plants the rest family species are considered mixed biomorphological ones. The ecological structure of flora of the family differ by ecomorph mesophyll predominate — 32 species (53 %) and xerophilous — 27 (42 %). Hygrophilous and hydrophilous formation of ecomorph are presented only in 3 species (5.5 %).

It is required to underline a considerable presence of medicinal species in the family with a wide natural habitat (palaeartic, hol-arctic and cosmopolitan species). A considerable part falls into palaeartic of natural hapitat (25 species), almost half less than hol-arctic (12) and comparatively is not much (2) — to cosmopolitan. Among palaeartic can be seen *Berteroa incana*, *Camelina microcarpa*, *Cardamine impatiens*, *Isatis tinctorial* and etc., finally, among cosmopolitan there is *Rorippa palustris*. Comparatively there is a lot of Turan, Altai, Siberian mountain and Central Asian mountain species. North Tyan-Shan endem is noted — *Erysimum croceum* M. Pop. (*Erysimum virgatum* Roth), which is included in "The Kazakhstan's Red Book" [30].

In the official medicine are known only 5 species (*Erysimum canescens*, *Erysimum cheiranthoides*, *Brassica juncea*, *Brassica nigra*, *Capsella bursa-pastoris*) and others have been used only by folk medicine. Most family members applied only aerial part rare — roots (*Armoracia rusticana*, *A. sisimbrioides*, *Megacarpaea gigantea*) or seed (as an example, *Brassica nigra* or *Sinapis arvensis*). Family members have got laxative, contraceptive, antifibrinolytic [15, 31], analgesic, antiseptic, irritant effects, as well provoking appetite, secretagogue, anti-inflammatory actions. To some species belong to *Brassicaceae* it is typical to have got thio glycoside and mustard oil.

Resources (as a raw material) are identified for 2 species (*Capsella bursa-pastoris*, *Erysimum siliculosum* (*Syrenia siliculosa*)).

Information about cultivation available for 14 species belong to this family and harvest yield in introduction conditions determined for 2 species *Erysimum canescens* (grass) — 15–20 c/he [32]; *Erysimum czernjajevii* — 0.56–3.54 c/he [33].

Family **Fabaceae Juss**. The herbs of this family are enough presented in the territory of Kazakhstan around here 78 medicinal species grow from 27 genera making up 13 % out of all the family growing in the territory of Kazakhstan and numbering to 630 species. Very huge genera are *Astragalus* L. (14), *Lathyrus* L. (7), *Trifolium* L. (7), *Vicia* L. (7), *Glycyrrhiza* L. (5), *Thermopsis* L., *Oxytropis* L. (4), *Caragana* Lam., *Medicago* L., *Hedysarum* L. (3), 6 genera include 2 species and 9 genres by one species.

*Astragalus* L. genus species outnumbers the rest. It is a hol-arctic family and its most diversity grow within ancient mediterian sea flora area. More than third, its species (5) have got Iranian and Turan habitat (*Astragalus filicaulis*, *A. alopecias*, *A. flexus*). Consierably less species can be seen in Altai (*Astragalus frigidus*, *A. glycyphyllos*), Tyan Shan (*Astragalus floccosifolius*) and Central Asian mountain Iranian type of habitats have genus (*Astragalus sieversianus*). The second place occupies quantitatively *Lathyrus* L., 3 species of which grow in the boreal region of Palaearctic (*Lathyrus pratensis*, *L. tuberosus*, *L. pisiformis*), Siberian mountain are *Lathyrus humilis* and *L.gmelinii*, sourthern Kazakhstani — *Lathyrus aphaca* and *L. cicero*, in the north-eastern part of Kazakhstan — *Lathyrus vemus*. Species belong to *Trifolium* L. and *Vicia* genera are mainly polaeartic species i.e. one can see in boreal regions of Eurasian. *Oxitropis* L. species grow both in mountain ragions of eastern part of acient Mediterranean area and temperate and cold regions of Eurasia.

Generally, in family one-fourth make up species with a wide palaeartic habitat — 21, Siberian Mountain, Altai and Altai-Iranian — 19, Iranian — Turan 5, mountain middle Asian-Iranian 3, Tyan Shan 5, western Tyan Shan 2. Species growing in the south of Kazakhstan and sand are 9, alone in northern Kazakhstan and plains are 16. In total, in this family was observed predominant of species spreading towards the north.

Biomorphologically it is a great diverse group of plants though among them the majority is permanent grasses and there is a lot of annuals, suffrutex and even bushes. Family species grow in diverse ecological-geographical conditions amongh them can be seen xerophyte, mesophyte, psychrophyte, halophyte, psammophyte and etc.

Pharmacologically it is very important family among them 15 species have been known being applied by official medicine. Legumes plant has got a wide range of pharmacological effect: expectorative, emetic, anthelmintic, anesthetic, ganglion blocking, hypotensive, hemostatic and etc., as well are applied as a source in obtaining alkaloid cytisinum from *Thermopsis alterniflora*. Most species are rich by triterpene saponines [34]. In most species found flavonoids (58 species), vitamins (28), alkaloids (29), coumarines (21) and rare steroids. Alkaloids from plants belong to *Fabaceae* presented by diverse groups as an example, cytisinum, anagirin and etc. [35]. As a source of raw material is used aerial part or roots (*Alhagi* Gagneb., *Glycyrrhiza* L., *Hedysarum* L.).

Resources have been determined for 10 species *Alhagi maurorum* (*A. pseudalhagi*); *Glycyrrhiza glabra*; *Glycyrrhiza korshinskyi*; *Glycyrrhiza uralensis*; *Hedysarum neglectum*; *Melilotus officinalis*; *Cullen drupaceum* (*Psoralea drupacea*); *Sphaerophysa salsula*; *Thermopsis lanceolata*; *Sophora pachycarpa* (*Vexibia pachycarpa*). *Glycyrrhiza* L. species are more essential, the resources of which are well known and data over industrial resources are constantly refulfil. *Thermopsis* R. Br. and *Sophora pachycarpa* (*Vexibia*) species are quite widely used. Among the officially acknowledged species, recourses are not studied for *Alhagi kirghisorum*, *Glycyrrhiza echinata*, *Hedysarum alpinum*, *Medicago sativa*, *Ononis spinosa* subsp. *Hircine* (*Ononis arvensis*), *Thermopsis alterniflora*.

Industrial crop has been worked out only for *Glycyrrhiza* L. species on the rest medicinal plants of the family there is introduction data only. In total, under the family introduction research has been performed for 28 species. At the foothill of Zayliyskiy Alatau we have been studied yiled data of plant raw material for 8 species (*Astragalus glycyphyllos* 64.4–243.0/108.95 g; *Genista tinctoria* 79.3–150.8/119.06 g; *Glycine max* 1.9–23.34/9.038 g; *Glycyrrhiza uralensis* .../200.6 g/m<sup>2</sup>; *Melilotus albus* 7.8–30.2 /22.317 g; *Melilotus officinalis* 7.9–37.6/21.306 g; *Ononis spinosa* subsp. *Hircine* 30.7–148.7/75.39 g; *Thermopsis alterniflora* 11.55–127.05/76.23 g.

Family **Lamiaceae Lindl.** is presented by 78 species belong to 29 genera of medicinal plants that makes up more the one-third of all species of this family (230 species) that growing in Kazakhstan. Species abundance of families in average is 2.6. The very huge genus *Dracocephalum* L (9 species), *Salvia* L (7), *Lagochilus* Bunge (6), *Mentha* L. (4), *Stachys* L. — 5, *Thymus* L. (4), *Nepeta* L. (6), *Phlomodoides* Moench, (3), *Ziziphosa* L. (4) and *Galeopsis* L. (3), 7 genera encompass by 2 species each and those 13 by one species. Biomorphologically they are perenial, annual and biennial plants, bushes, suffrutices and dwarf semishrub. Vast majority of them are perenial plants — 55 species (65 %). Following those suffrutices — 11 (16 %), annual plants — 8 (14 %), semis-hrub — 5 (4 %). Plants with mixed biomorphological type accounts for the rest.

The ecological structure of family is characterized by predominant of ecomorph xerophilous group (xerophytes, xero-mesophyte) — 45 species (53 %) with typical habitat in rully and steppe slope of desert mountains, dry stream canals, caving, sandy deserts, clay hill slopes and steep. Most them are grow in foothill plains and lowhills. A mesophyll group is presented by 34 species (47 %) growing in mountain slopes, river banks and streams. Some species clog fields and crops.

*Lamiaceae* comparatively combines a lot of species (25) with a wide habitat *Lamium album*, *L. amplexicaule* (hol-arctic type of areal); *Nepeta cataria*, *Melissa officinalis*, *Origanum vulgare* (palae-arctic). This group's species can be found almost everywhere in Kazakhstan. It is required to relate endemic species to the second one which grow in little territories. They are *Salvia trautvetteri* (Karatau), *Thymus altaicus* (Altai, Saur and Soongari Alatau).

Mountain areas of the Western Tyan Shan, Karatau, Ile and Kirgыз Alatau, Tarbagatai are richer in species of this family. Further follow Balkash and the areas of western, central and northern Kazakhstan. The desert territories of Emba, Usturt and Aral are presented poorly or not presented at all by medicinal species of this family.

The aerial part of plants mainly serves as a raw material generative browses with leaves when budding or flowering. Biological active compounds are presented mainly by essential oils which can be found in 64 species of family. The main components of essential oils are monocyclic and acyclic mono-terpene such as menthol for species of genera *Nepeta* L. (*Shizonepeta*), *Glechoma* L., carvone for *Nepeta* L., as well aromatic compounds for *Thymus* L. and *Origanum* L. and etc. [36]. The plants of this family are well-known volatile-oil-bearing ones, have got a spasmolytic and sedative effect as well anti-inflammatory, wound healing, cardiogenic, hemostatic actions. In official medicine 10 species are applied *Marrubium vulgare*, *Melissa officinalis*, *Mentha x piperita*, *Mentha suaveolens*, *Origanum vulgare*, *Phlomis herba-venti* subsp. *pungens* (*Ph. pungens*), *Salvia aethiopsis*, *S. sclarea*, *Stachys betoniciflora*, *Thymus serpyllum*.

There is some data of raw materials resources for 9 species (*Hyssopus ambiguous*; *Leonurus turkestanicus*; *Mentha longifolia*; *Nepeta nuda* (*N. pannonica*); *Origanum tyttanthum*; *O. vulgare*; *Salvia deserta*; *Thymus pulegioides* subsp. *pannonicus* (*Thymus marschallianus*); *Ziziphora clinopodioides*). For 9 officially approved medicinal plants have no data over studying resources as raw material *Marrubium vulgare* L., *Melissa officinalis* L., *Mentha piperita*, *M. suaveolens* Ehrh., *Phlomis herba-venti* subsp. *pungens* (Willd.) Maire ex De Filippis (*Ph. pungens*), *Salvia aethiopsis* L., *S. sclarea* L., *Stachys betoniciflora* Rupr., *Thymus serpyllum* L.

During introduction examination 43 species have been tested. The positive outcomes of experimental and industrial examination have been obtained for *Lagochilus hirtus* (6 centner per hectar of dry plant/grass) and *Ziziphora clinopodioides* (10.2–30.0 c/he) [26, 27]. Despite the importance of medicinal plants of this family such poor agrotechnical knowledge of the species is apparently explained by the currently sufficient natural resources of species plant raw materials of this family widespread in Kazakhstan.

At the foothill of Transili Alatau we have been studied yielded data of plant raw material for 22 species (*Clinopodium acinos* (*Acinos arvensis*) 9.5–90.2/25.97 g; *Stachys officinalis* (*Betonica officinalis*) 21.79–125.4/53.79 g; *Dracocephalum moldavica* 18.3–43.57/22.5 g; *Hyssopus seravschanicus* 10.92–63.7/37.31 g; *Lycopus europaeus* 6.9–34.5/17.25 g; *Marrubium vulgare* 2.87–26.7/10.542 g; *Melissa officinalis* 18.5–105.4/58.114 g; *Mentha longifolia* 17.35–72.75/45.025 g; *Mentha x piperita* 0.6–1.9 /0.9 t/he, *Origanum vulgare* 26.3–148.1/58.289 g; *Phlomoides tuberosa* (*Phlomis tuberosa*) .../33.7 g; *Salvia aethiopsis* 33.9–622.3/241.97 g; *Salvia sclarea* 24.1–52.8/38.45 g; *Salvia verticillata* 29.6–120.5/64.81 g; *Stachys byzantina*... /392.4 g/m<sup>2</sup>; *Teucrium scordium* 20.19–240.1/97.13 g; *Thymus karatavicus* up to 302 g/m<sup>2</sup>; *Ziziphora clinopodioides* 1.7–16.28/9.692 g.

Family ***Ranunculaceae* Juss.** In the territory of Kazakhstan was noted 75 species of medicinal plants from 18 genera that makes up 42 % of total genus composition of *Ranunculaceae* family, growing in the country and numbering to 190 species. Species abundance of families in average is 4.3 and maximum is 13 (genus *Ranunculus* L.), *Aconitum* L. — 9, *Delphinium* L. and *Thalictrum* L. — by 8, *Anemone* L. (7), *Adonis* L. (6), *Actaea* L., *Aquilegia* L. and *Pulsatilla* Mill. — by 3. One-species genus in the families is 6. In the biomorphologically they are annual, biennial herbaceous plants and liane like bushes. There are no wood forms. The majority of species (69 %) falls in perennial plants. A small part of annual plants (8 %); annual-biennial (2 %) fall in liane like bushes 5 %. The ecological structure of flora of the family is described by predominant of mesophilous ecomorph — 50 species (66 %); among mesoxerophyte there are 13 species (19 %), xerophytes — 5 (6 %), hygrophyte — 5 species.

The majority of family species (20) is widespread. *Aconitum anthora* (*A. anthoroideum*) species are polyarctic type of areal *Ranunculus sceleratus* — hol-arctic. On the second place settled species that spread in mountain systems of Tyan Shan and Soongari Alatau (18) *Anemone patens* subsp. *multifida* (*Pulsatilla multifida*), *Ranunculus algaeae*. Considerable amount of Altai and Siberian mountain species (16), mountain asian (13). The rest groups are presented poorly.

The majority of family's species is mesophilous members and they are widespread in the Tyan Shan, Soongari Alatau Mountains, Altai and Tarbagatai Mountains. Some small species are spread in southern areas; also less ones in the areas of the Central Kazakhstan. Such territory of Kazakhstan as Caspian, Emba, Usturt, Moyinkum, Kyzyl Kum and Mangyshylak are presented poorly or not presented at all.

Roots and rhizome mainly serve as a raw material. Almost all medicinal species of family include alkaloids and more often are used in folk medicine as an antitumor drug. Official medicine uses 11 species (*Aconitum leucostomum*; *Aconitum soongaricum*; *Adonis tianschanica*; *Adonis vernalis*; *Delphinium confusum*; *Delphinium dictyocarpum*; *Delphinium elatum*; *Nigella damascena*; *Thalictrum foetidum*; *Thalictrum isopyroides*; *Thalictrum minus*). Some more 20 species of the family are studied experimentally and recommended to apply. This family species is richer in alkaloids, flavonoid, saponin and fatty oil, cyanogenic derivatives are less spreaded. The striking species of genres *Aconitum* L., *Delphinium* L. are rich in a content of diterpine alkaloids aconitines, atisines as well alkaloids of isochinoline line berberine, palmitin. Some species can be met with a high content of cardiac glycoside cardenolids (adonitoxin, cymarín) are found in g. *Adonis* L., *Clematis*, L., *Ceratocephala*, Moench, *Actaea cimicifuga* (*Cimicifuga foetida*). Cyanogenic compounds are found in *Thalictrum minus*, *Thalictrum foetidum*, *Ranunculus repens*, *Ranunculus arvensis*, *Leptopyrum fumarioides*. Official species are mainly applied to cure cardiovascular illness such as analgesic and asepsis.

Study of plant resources are defined only for 5 out of 11 acknowledged officially and 5 species applied in experimental medicine. Almost to the half acknowledged officially species of this family the raw materials resources are not studied: *Aconitum soongaricum*, *Adonis vernalis*, *Thalictrum foetidum*, *Thalictrum isopyroides*, *Thalictrum minus*, *Nigella damascena* for which mainly growing in crop (culture). *Adonis vernalis* is rare species and *Aconitum soongaricum* regardless comparatively has wide habitat don't form huge industrial massives. Moreover, population of this species is under uncontrolled use by local communities who use it as a medical preparation. It is the best to quot strictly preparation and creation of crop plantations of *A. soongaricum* in localities of their habitat. The studying the species *in vitro* systems by biotechnology methods is also perspective and promising.

The plants of this family are well studied in crop in total 48 species of this family are tested except 10 species from official ones.

Yield data of plant raw materials for years of observation in terms of foothills of Ile Alatau is defined by us for 4 species (*Aconitum leucostomum* 5.31–56.49/19.69 g; *Nigella damascena* 0.15–0.81/0.395 g; *Ranunculus acris* 5.59–19.4/14.432 g; *Thalictrum minus* 44.8–113.2/61.63 g).

Family **Rosaceae Juss.** presented by 89 species making up about the half (47 %) all the family one growing on the territory of Kazakhstan and numbering to around here 190 species. In modern understanding of family based on genetic principle number of genera decreased up to 23 due to transferring *Amygdalus* L., *Armeniaca* Scop., *Padus* Mill. в *Prunus* L. Very huge genera are *Potentilla* L. (24 species), *Prunus* L. (11) and *Rosa* L. (10) which make up almost the half (49 %) all tspecies of present family. Besides of them may determined *Crataegus* L. species and *Spiraea* L., 5 and 9 monotype genera in the rest the number of species vary 2 up to 4. This family members are great diverse in vital forms: they are annual, biennial and permanent grasses, bushes, undershrub and trees. The less half all the pharmaceutical species fall in herbaceous plants (43 species — 49 %), a bit more than the half — wooden-bush species (bushes — 31, trees — 15 species). The ecological structure of family flora is described by predominant of mesophilous plants — 76 species (85 %), a xerophytic group is presented by only 14 species.

About the one-third of plants of the Rosaceae family (26) is presented by species with a wide habitat (*Cotoneaster melanocarpus*, *Filipendula ulmaria*, *F. vulgaris*, *Agrimonia eupatoria* subsp. *asiatica* are palaeartic, *Rubus saxatilis*, *Geum aleppicum*, *Sanguisorba officinalis*, *Fragaria vesca* holarctic type of areal). Some less Soongari Tyan Shan species (20), Altai and Siberian Mountain (23), the Central Asian Mountain (14). The rest groups are presented slightly. For the species of family are mainly mesophilous group members, by it is accounted for their widespreading in Tyan Shan, Soongari Alatau, Altai and Tarbagatai mountains. Some less family members can be met in northern areas, even less in central Kazakhstan. Such areas of Kazakhstan as Caspian, Emba, Usturt, Aral, Kyzyl Orda, Moyankum, Kyzyl kum, Turkestan, Mangyshylak are presented poorly or not presented at all. In the family there are 2 endemic species *Crategus almaatensis* and *Potentilla fedtschenkoana*.

Biological active compounds content and the field of its application in medicine this family species is very diverse. In grass species as a raw material tend to serve aerial part of plants and in woods and bushes mainly do fruits rarely bark leaves and roots. The majority of family species are applied as multivitamin

preparation many has got antiphlogistic, antipyretic, tonic, hemostatic and the like qualities and are wideapplied in folk medicine. A high content of grease oil in seeds of almonds allows applying it as a laxative [15], *Prunus dulcis* (*Amygdalus communis*) oil is applied as a solvent for camphor [34]. Besides it, seeds (kernel) contains a cyanogenic derivatives (glycosides) in *Prunus fruticosa*, *P. dulcis*, *Prunus padus* (*Cerasus fruticosa*, *Amygdalus communis*, *Padus avium*) as well anthocyanins, anthocyanidins, proanthocyanidins. To the family species is typical to be a high content of vitamins, flavonoids, tannes, less organic acids, coumarins, catechines, carbohydrate, essential oil, even more rarely it is noted a precence of saponins and steroids.

In medicine 23 species are officially applied: *Prunus dulcis* (*Amygdalus communis*), *Prunus armeniaca* (*Armeniaca vulgaris*), *Coluria geoides*; *Crataegus korolkowii*; *Crataegus sanguinea*; *Filipendula ulmaria*; *Filipendula vulgaris*; *Fragaria vesca*; *Geum urbanum*; *Malus sieversii*, *Prunus padus* (*Padus avium*), *Potentilla argentea*; *Potentilla erecta*; *Rosa acicularis*; *Rosa alberti*; *Rosa beggeriana*; *Rosa canina*; *Rosa corymbifera*; *Rosa fedtschenkoana*; *Rosa laxa*; *Rosa majalis*; *Rubus idaeus*; *Sanguisorba officinalis*).

Resources are defined for 21 species except 13 species of official medicine *Agrimonia eupatoria* subsp. *asiatica* (*Agrimonia asiatica*, *Prunus spinosissima* (*Amygdalus spinosissima*), *Prunus armeniaca* (*Armeniaca vulgaris*), *Crataegus almaatensis*, *Crataegus korolkowii*, *Crataegus pontica*, *Crataegus sanguinea*, *Crataegus songarica*, *Filipendula ulmaria*, *Malus sieversii*, *Prunus padus* (*Padus avium*), *Dasiphora fruticosa* (*Pentaphylloides fruticosa*) *Rosa acicularis*, *Rosa alberti*, *Rosa beggeriana*, *Rosa canina*, *Rosa majalis*, *Rubus idaeus*, *Sanguisorba officinalis*, *Sorbus sibirica*, *Sorbus tianschanica*).

The majority of *Rosaceae* species are well studied in culture a lot of vitamine bushes are grown in industries scale and give a constant yield of raw (fruits and berries). Totally, by region in Kazakhstan 54 medicinal plants species of this family have been introduced.

Yield data of the plant raw in crop terms is defined by us for 6 species (*Agrimonia eupatoria* subsp. *asiatica* 32.5–249.7/119.26 g; *Filipendula vulgaris* 30.2–130/54.46 g; *Fragaria vesca* 0.425–2.5/1.141 g; *Fragaria viridis* 0.95–1.214 /1.10 g; *Potentilla recta* 15.4–45.8/33.696 g; *Potentilla argentea* 15.98–25.44/20.53 g; *Sanquisorba minor* 70.9–100.4 /85.70 g; *Sanquisorba officinalis* 36.8–550/328.7 g.

### Conclusion

A comprehensive survey has been perfomed to study botanically and pharmacologically 7 leading families of medicinal flora of Kazakhstan who combined 648 plant species that makes up 46 % of total medicinal flora of Kazakhstan. It is a least more than the half medicinal species of the republic falls in the rest 126 families. Leading families bearing the greatest number of species are *Asteraceae* (196 species), *Rosaceae* (89), *Lamiaceae* and *Fabaceae* (each 78), *Ranunculaceae* (75), *Apiaceae* (69) and *Brassicaceae* (63).

Analyzed families included 109 compendial species (about 47 % total known species in Kazakhstan of official medicine), including such important ones as: *Achillea millefolium*, *Adonis vernalis*, *Artemisia absinthium*, *Bidens tripartita*, *Calendula officinalis*, *Matricaria chamomilla* (*Chamomilla recutita*), *Foeniculum vulgare*, *Glycyrrhiza uralensis*, *Inula helenium*, *Malus sieversii*, *Origanum vulgare*, *Cullen drupaceum* (*Psoralea drupacea*), *Tussilago farfara*, виды родов *Rosa* L., *Thalictrum* L. and etc.

Among the species of families to be analyzed 18 are rare ones *Aconitum talassicum*, *Adonis chrysocyathus*, *Adonis tianschanica*, *Adonis vernalis*, *Prunus armeniaca* (*Armeniaca vulgaris*), *Artemisia cina*, *Astragalus glycyphyllus*, *Crataegus ambigua*, *Erysimum croceum*, *Ferula iliensis*, *Malus niedzwetzkyana*, *Malus sieversii*, *Oxytropis almaatensis*, *Sanicula europaea*, *Saussurea involucrate* the raw materials of which is very requied to pharmproduction.

Within 7 leading families has been noted a precence of the majority of well-known classes of biological active substances. Flavonoids are discovered in all presented families and for *Asteraceae*, *Rosaceae*, *Fabaceae* families frequently found of derivatives of quercetin, isoramnetine and kemppheroll. In a list to be analyzed are defined some 273 species (40 %) in composition of which alcaloids have been discovered, noted or identified. It is *Asteraceae* (87 species), *Ranunculaceae* (62), *Lamiaceae* (42), *Brassicaceae* (39) families and etc. As a source of valuable coumarines serve mainly *Apiaceae* family species. Terpens and their derivatives (mono-, di-, seskvi) are presented in families *Asteraceae*, *Apiaceae*, *Lamiaceae*, *Rosaceae* which besides are described by a high content of essential oils.

Literature screening has found out 56 species from 5 families (mainly: *Ranunculaceae* — 14 species, *Brassicaceae* — 12, *Lamiaceae* — 11, *Asteraceae* — 10, *Fabaceae* — 9) to be applied to cardiovascular diseases. In all the species having got cardio activity, have been discovered alkaloids, saponins, falonoids, as

well cardiac glycosides and cardenolids (species belong to genera *Erysimum* L., *Syrenia* Andr. from *Brassicaceae* fam., *Adonis* L., *Thalictrum foetidum* from fam. *Ranunculaceae*).

It is very important to study species with antituberculous effect that discovered in *Artemisia cina*, *A. lercheana*, *Cirsium esculentum*, *Crepis tectorum*, *Pulicaria salviifolia*, *P. vulgaris*, *Saussurea amara*, *S.frolowii*, *S.involucrata*, *S.schanginiana*, *Senecio integrifolius* belong to fam. *Asteraceae* and *Rosaceae* (5). Similarly, an essential oil from *Origanum vulgare* и *Mentha piperita* [37] had an antituberculous effect.

Antidiabetic effect has been discovered in *Taraxacum officinalis* (roots), *Artemisia vulgaris*, *Trifolium arvense*, *Cypripedium calceolus*, *Glaucium corniculatum*, *G.elegans*, *Phragmites australis*, *Potentilla tanacetifolia* and a number of others, main ones of which are applied in folk medicine and only two species in official medicine. Thus, as an example in roots of *Inula helenium* isolated inulin (~ 40 %) has an effect on a glycose level in blood.

To prevent allergic disease preparations from *Glycyrrhiza glabra*, *G. korshinskyi*, *G. uralensis*, *Vexibia alopecuroides* fam. *Fabaceae* as well as extracts from *Agrimonia eupatoria* subsp. *asiatica* from fam. *Rosaceae* [38], polysaccharides from *Calendula officinalis* from fam. *Asteraceae* [22] can be taken as an antihistamine agent.

Poorly study of chemotherapy qualities of local Kazakhstani plants especially endemic species will provoke experts in phytochemistry to inhance a pilot study in order to find out new sources of raw to create domestic phytopreparations. Out of 774 endems of Kazakhstan as medicinal preparations are taken about 20 species [3] is being observed poor phytochemical research of endemic species from g. *Oxytropis* L., *Crataegus* L., *Thymus* L., *Erysimum* L.

Resource research of pharmaceutical species of analized families is very low. Out of 648 herbs raw resources are defined only for 88, that makes up about 13.6 % species of plants of 7 leading families except 50 species that applied in official medicine.

Above all resource's species are taken into account in families *Rosaceae* (23.6 % pharmaceutical species of family) *Asteraceae* (14.8 %), *Ranunculaceae* (13.3 %), *Fabaceae* (12.8 %). Raw resources are defined only to 10 % of medicinal plants belong to *Apiaceae*. Species belong to g. *Artemisia* L. (11 species), *Crataegus* L. (5), *Rosa* L. (5), *Aconitum* L. (4), *Glycyrrhiza* L. (3) are more studied resourcefully.

*Brassicaceae* family's species (3.2 % medicina species of family) resources are not studied.

Introduction research of medicinal plants within 7 families being considered is considerably high than resource one, in the territory of Kazakhstan about 40 % total mentioned herbs are tested in crop. However, findings of yielding of raw of Kazakhstani species are greatly limited, farming techniques features in experimental sites have been worked out only to 17 compendial species, the yield data of medicinal plants in crop are defined to 80 species belong to this leading families.

*The results of researches were obtained during realization of project G.2012 "Screening of Kazakhstan natural flora for presence of plants with medicinal properties and development of proposals on their optimal use".*

## References

- 1 Адекенов С.М. Итоги исследования растений Казахстана и Сибири на содержание биологически активных соединений / С.М. Адекенов // Проблемы промышленной ботаники индустриально развитых регионов: материалы III Междунар. конф. — Кемерово, 2012. — С. 15–18.
- 2 Абдулина С.А. Список сосудистых растений Казахстана / С.А. Абдулина. — Алматы, 1999. — 187 с.
- 3 Грудзинская Л.М. Список лекарственных растений Казахстана / Л.М. Грудзинская, Н.Г. Гемеджиева. — Алматы, 2012. — 140 с.
- 4 Грудзинская Л.М. Аннотированный список лекарственных растений Казахстана: справ. изд. / Л.М. Грудзинская, Н.Г. Гемеджиева, Н.В. Нелина, Ж.Ж. Каржаубекова. — Алматы, 2014. — 230 с.
- 5 APG IV. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants // Botanical Journal of the Linnean Society. — 2016. — Vol. 181. — P. 1–20.
- 6 Гельтман Д.В. Современные системы цветковых растений / Д.В. Гельтман // Бот. журн. — 2019. — Т. 104, № 4. — С. 503–527.
- 7 Plantarium: открытый онлайн Атлас-определитель растений и лишайников России и сопредельных стран. 2007–2020. URL: <http://www.plantarium.ru> (Дата обращения: 10.09.2020).
- 8 Методика исследований при интродукции лекарственных растений. — М., 1989. — 39 с.
- 9 Вайнагий И.В. К методике изучения семенной продуктивности растений / И.В. Вайнагий // Бот. журн. — 1974. — Т. 59, № 6. — С. 826–831.



- 10 Методика определения запасов лекарственных растений. — М., 1986. — 50 с.
- 11 Пименов М.Г. Перечень растений — источников кумариновых соединений / М.Г. Пименов. — М.: Наука, 1971. — 200 с.
- 12 Bouchra S.-A. The *Apiaceae*: Ethnomedicinal family as source for industrial uses / S.-A. Bouchra, T. Thierry, S. Zeinab, H. Akram, M. Othmane // *Industrial Crops & Products*. — 2017. — Vol. 109. — P. 661–671.
- 13 Кукунов М.К. Флавоноидсодержащие растения юго-востока Казахстана / М.К. Кукунов. — Алма-Ата: Наука, 1984. — 215 с.
- 14 Soltani S.A. Sulfur-containing compounds from the roots of *Ferula latisepta* and their cytotoxic activities / S.A. Soltani, H.S.-S. Gholamreza, S. Mohammad, L. Bernd, I.M. Sybille // *Fitoterapia*. — 2018. — Vol. 124. — P. 108–112.
- 15 Растительные ресурсы СССР: Цветковые растения, их химический состав, использование. Сем. *Paeoniaceae–Thymelaeaceae*. — Л.: Наука, 1986. — 336 с.
- 16 Государственный реестр лекарственных средств Республики Казахстан. — 2013. (Перечень лекарственных средств, зарегистрированных и разрешенных к применению и производству Министерством здравоохранения Республики Казахстан). URL: [adilet.zan.kz/ИПС/Эдilet/docs/U950002655](http://adilet.zan.kz/ИПС/Эдilet/docs/U950002655). (Дата обращения: 18.09.2020).
- 17 Егеубаева Р.А. Эфиромасличные растения юго-востока Казахстана и пути их рационального использования: автореф. дис. ... д-ра биол. наук / Р.А. Егеубаева. — Алматы, 2002. — 47 с.
- 18 Tozyo T. Novel Antitumor Sesquiterpenoids in *Achillea millefolium* / T. Tozyo, Y. Yoshimura, K. Sakurai, N. Uchida, Y. Takeda, H. Nakai, H. Ishii // *Chemical Pharmaceutical Bulletin*. — 1994. — Vol. 42, Iss. 5. — P. 1096–1100.
- 19 Ушбаева Г.Г. Полынь — источник противоопухолевых агентов / Г.Г. Ушбаева, Т.В. Ряховская, А.О. Кабиева, Р.Х. Мустафина // *Ботаническое ресурсосведение: достижения и перспективы развития: материалы Междунар. науч. конф.* — Алматы, 2000. — С. 177, 178.
- 20 He F. Rupestines F–M, New Guaipyridine Sesquiterpene Alkaloids from *Artemisia rupestris* / F. He, A.E. Nugroho, C.P. Wong, Y. Hirasawa, O. Shirota, H. Morita, H.A. Aisa // *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*. — 2012. — Vol. 60, № 2. — P. 213–218.
- 21 Юнусов С.Ю. Алкалоиды. — 2-е изд. / С.Ю. Юнусов. — Ташкент: ФАН, 1974. — 317 с.
- 22 Корж А.П. Состав водорастворимых полисахаридов из цветков *Calendula officinalis* / А.П. Корж, А.М. Гурьев, М.В. Белоусов, М.С. Юсубов, М.Л. Белянин // *Хим.-фарм. журн.* — 2012. — Т. 46, № 4. — С. 23–25.
- 23 Ишмуратова М.Ю. Первичное интродукционное испытание *Artemisia annua* L. в Центральном Казахстане / М.Ю. Ишмуратова, Р.А. Егеубаева, С.М. Адекенов // *Ботаническое ресурсосведение: достижения и перспективы развития: материалы Междунар. науч. конф.* — Алматы, 2000. — С. 70.
- 24 Шегебаев О.Ш. Перспективные лекарственные растения Акмолинской области / О.Ш. Шегебаев, Г.И. Штефан, Н.К. Куттыбадамов, В.Г. Соловьева // *Переработка лекарственного сырья и производство фитопрепаратов для медицины и сельского хозяйства: материалы Междунар. науч.-практ. конф.* — Алматы: Бастау, 1996. — С. 44.
- 25 Свистунова О.П. Состояние травянистых лекарственных растений в интродукционных коллекциях КазНИИЛХа / О.П. Свистунова, А.И. Верзунов // *Переработка лекарственного сырья и производство фитопрепаратов для медицины и сельского хозяйства: материалы Междунар. науч.-практ. конф.* — Алматы: Бастау, 1996. — С. 55.
- 26 Синицин Г.С. Новые лекарственные растения Казахстана / Г.С. Синицин. — Алма-Ата: Наука, 1982. — 130 с.
- 27 Синицин Г.С. Итоги интродукции лекарственных растений на юго-востоке Казахстана // *Рациональное использование растительных ресурсов Казахстана / Г.С. Синицин.* — Алма-Ата: Наука, 1986. — С. 162–165.
- 28 Нашенова Г.З. Культивируемые лекарственные растения аридной зоны Центрального и Юго-Восточного Казахстана / Г.З. Нашенова, М.Ю. Ишмуратова, Ж.Б. Нашенов, Г.А. Денгельбаева, Г.Т. Куньпияева. — Жезказган–Алматы: Ер-Мұра, 2011. — 117 с.
- 29 Мухамбетов Д.Д. Проблемы и перспективы местной фармацевтической базы / Д.Д. Мухамбетов, Н.К. Куттыбадамов, З.К. Жолдасов, А.Ф. Кирдяйкин, В.Г. Соловьева // *Актуальные проблемы технологии производства, переработки лекарственного растительного сырья и получения фитопрепаратов: материалы Респ. науч.-практ. конф.* — Караганда, 1993. — С. 15, 16.
- 30 Красная книга Казахстана. — Т. 2. Ч. 1. Растения. — Астана: ТОО «АртPrint XXI», 2014. — 452 с.
- 31 Дикорастущие полезные растения России. — СПб., 2001. — 664 с.
- 32 Цицина С.И. Лекарственные растения / С.И. Цицина. — Алма-Ата, Наука, 1981. — 145 с.
- 33 Ахметжанова А.И. Биологические особенности и испытание в культуре некоторых видов сем. Крестоцветных, содержащих сердечные гликозиды: автореф. дис. ... канд. биол. наук / А.И. Ахметжанова. — Алма-Ата, 1977. — 22 с.
- 34 Карпук В.В. Фармакогнозия: учеб. пос. / В.В. Карпук. — Минск: БГУ, 2011. — 340 с.
- 35 Орехов А.П. Химия алкалоидов растений СССР / А.П. Орехов. — Л.: Наука, 1965. — 391 с.
- 36 Мяделец М.А. Исследование химического состава эфирных масел некоторых видов семейства *Lamiaceae* L., культивируемых в условиях Западной Сибири / М.А. Мяделец, Д.В. Домрачев, В.А. Черемушкина // *Химия растительного сырья.* — 2012. — № 1. — С. 111–117.
- 37 Казаринова Н.В. Эфирные масла в лечении туберкулеза легких / Н.В. Казаринова, К.Г. Ткаченко // *Ботаническое ресурсосведение: достижения и перспективы развития: материалы Междунар. науч. конф.* — Алматы, 2000. — С. 136, 137.
- 38 Михалев А.Н. Антигистаминная, протифоаллергическая, мембраностабилизирующая и антибактериальная активность фенольных соединений *Agrimonia asiatica* / А.Н. Михалев, А.А. Тен, С.Н. Шин, Л.К. Бактыбаева, О.А. Ихсанова-Сапко, А.Ш. Утарбаева, Р.М. Кунаева // *Ботаническое ресурсосведение: достижения и перспективы развития: материалы Междунар. науч. конф.* — Алматы, 2000. — С. 143, 144.

Л.М. Грудзинская, Н.Г. Гемеджиева, Ж.Ж. Каржаубекова

**Жетекші тұқымдас көлемінде Қазақстанның дәрілік флорасын талдау**

648 түрді біріктіретін (барлық дәрілік флораның 46 %), Қазақстан дәрілік флорасындағы 7 жетекші тұқымдастың ботаникалық-фармокологиялық зерттеулері жан-жақты зерттелген. Ең көп түрлер санын құрайтын жетекші тұқымдастар *Asteraceae* (196 түр), *Rosaceae* (89), *Lamiaceae* и *Fabaceae* (78-ге дейін), *Ranunculaceae* (75), *Apiaceae* (69), *Brassicaceae* (63) болып табылады. Зерттелетін түрлерге 109 фармакопоялық түрлер (Қазақстанға белгілі ресми медицинада пайдаланатын түрлердің шамамен 47 %) және 18 сирек кездесетін түр жатады. Зерттелетін дәрілік түрлердің ресурстық зерттеулері өте төмен, 648 дәрілік түрдің ішінде 88-інің шикізат қоры анықталған, бұл 7 жетекші тұқымдас өсімдік түрлерінің 13,6 % құрайды, оның ішінде 50 түрі ресми медицинада қолданылады. Дәрілік өсімдіктердің жерсіндірілуінің зерттелуі ресурстық зерттеулерге қарағанда айтарлықтай жоғары. Аталған тұқымдастардың Қазақстан аумағында шамамен 40 %-ының мәдени өсірілуі сыналды. Жетекші тұқымдастардың 70 түрінің өнімділігі мәдени өсіруде анықталып, тек 15 фармакопоялық түрдің ғана агротехникалық ерекшеліктері дамыған.

*Кілт сөздер:* дәрілік өсімдіктер, флоралық талдау, қор, жерсіндіру, Қазақстан флорасы.

Л.М. Грудзинская, Н.Г. Гемеджиева, Ж.Ж. Каржаубекова

**Анализ лекарственной флоры Казахстана в объеме ведущих семейств**

В статье дан комплексный анализ ботанико-фармакологической изученности 7 ведущих семейств лекарственной флоры Казахстана, которые объединяют 648 видов (46 % всей лекарственной флоры). Ведущими семействами, содержащими наибольшее количество видов, являются *Asteraceae* (196 видов), *Rosaceae* (89), *Lamiaceae* и *Fabaceae* (по 78), *Ranunculaceae* (75), *Apiaceae* (69), *Brassicaceae* (63). Анализируемые семейства включают 109 фармакопейных видов (около 47 % всех известных в Казахстане видов официальной медицины) и 18 редких видов. Ресурсная изученность лекарственных видов анализируемых семейств очень низка. Из 648 лекарственных видов запасы сырья определялись лишь для 88, что составляет около 13,6 % видов растений 7-ми ведущих семейств, в числе которых 50 видов, применяемых в официальной медицине. Интродукционная изученность лекарственных растений существенно выше, чем ресурсная. На территории Казахстана испытано в культуре около 40 % растений упомянутых выше семейств. Особенности агротехники разработаны только для 15 фармакопейных видов, урожайность лекарственных растений в культуре определена для 70 видов ведущих семейств.

*Ключевые слова:* лекарственные растения, флористический анализ, ресурсы, интродукция, флора Казахстана.

## References

- 1 Adekenov, S.M. (2012). Itohi issledovaniia rastenii Kazakhstana i Sibiri na sodержanie biolohicheskii aktivnykh soedinenii [Results of the study of plants of Kazakhstan and Siberia on the content of biologically active compounds]. Proceedings from Problems of industrial botany of industrial region: III Mezhdunarodnaia konferetsiia — III International conference. Kemerovo (p. 15–18) [in Russian].
- 2 Abdulina, S.A. (1999). *Spisok sosudistykh rastenii Kazakhstana [A list of vascular plants of Kazakhstan]*. Almaty [in Russian].
- 3 Grudzinskaya, L.M., & Gemedzhieva, N.G. (2012). *Spisok lekarstvennykh rastenii Kazakhstana [A list of medicinal plants of Kazakhstan]*. Almaty [in Russian].
- 4 Grudzinskaya, L.M., Gemedzhieva, N.G., Nelina, N.V. & Karzhaubekova, J.J. (2014). *Annotirovannyi spisok lekarstvennykh rastenii Kazakhstana [Annotated list of medicinal plants in Kazakhstan]*. Almaty [in Russian].
- 5 APG IV. (2016). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 181, 1–20.
- 6 Geltman, D.V. (2019). Sovremennye sistemy tsvetkovykh rastenii [The modern systems of vascular plants]. *Botanicheskii zhurnal — Botanical Journal*, 104(4), 503–527.
- 7 Plantarium: otkrytyi onlain Atlas-opredelitel rastenii i lishainikov Rossii i sopedelnykh stran. 2007–2020 [Plantarium: an open online atlas-guide of plants and lichens in Russia and neighboring countries. 2007–2020]. [www.plantarium.ru](http://www.plantarium.ru) Retrieved from <http://www.plantarium.ru> [in Russian].
- 8 *Metodika issledovaniia pri introduktsii lekarstvennykh rastenii [Methodics for introduction of medicinal plants]*. (1989). Moscow [in Russian].
- 9 Vainagii, I.V. (1974). K metodike izucheniia semennoi produktivnosti rastenii [To the method of study of seed productivity of plants]. *Botanicheskii zhurnal — Botanical Journal*, 59(6), 826–831 [in Russian].

- 10 Metodika opredeleniia zapasov lekarstvennykh rastenii [Procedure for determination of medicinal plant reserves]. (1986). Moscow [in Russian].
- 11 Pimenov, M.G. (1971). *Perechen rastenii — istochnikov kumarinovykh soedinenii* [List of plants — sources of coumarin compounds]. Moscow: Nauka [in Russian].
- 12 Bouchra, S., Thierry, A., Zeinab, S., Akram, H., & Othmane, M. (2017). The *Apiaceae*: Ethnomedicinal family as source for industrial uses. *Industrial Crops & Products*, 109, 661–671.
- 13 Kukenov, M.K. (1984). *Flavonoidsoderzhashchie rasteniia yuho-vostoka Kazakhstana* [Flavonoid-containing plants of south-east of Kazakhstan]. Alma-Ata: Nauka [in Russian].
- 14 Soltani, S.A., Gholamreza, H.S.-S., Mohammad, S., Bernd, L., & Sybille, I.L. (2018). Sulfur-containing compounds from the roots of *Ferula latisecta* and their cytotoxic. *Fitoterapia*, 124, 108–112.
- 15 *Rastitelnye resursy SSSR: Tsvetkovye rasteniia, ikh khimicheskii sostav, ispolzovanie. Semeistvo Paeoniaceae–Thymelaeaceae* [Plant resources of USSR: Flower Plants, their chemical composition, using. Fam. Paeoniaceae–Thymelaeaceae]. (1986). Leningrad: Nauka [in Russian].
- 16 Hosudarstvennyi reestr lekarstvennykh sredstv Respubliki Kazakhstan. — 2013. (Perechen lekarstvennykh sredstv, zaregistirovannykh i razreshennykh k primeneniui i proizvodstvu Ministerstvom zdavookhraneniia Respubliki Kazahstan) [State Register of Medicines of the Republic of Kazakhstan. — 2013. (List of medicines registered and authorized for use and production by the Ministry of Health of the Republic of Kazakhstan)]. *adilet.zan.kz* Retrieved from *adilet.zan.kz/ИПС Эдилет/docs/U950002655* [in Russian].
- 17 Egeubayeva, R.A. (2002). Efiromaslichnye rasteniia yuho-vostoka Kazakhstana i puti ikh ratsionalnoho ispolzovaniia [Essential oil plants of south-east of Kazakhstan and way of their rational use]. *Extended abstract of Doctor's thesis*. Almaty [in Russian].
- 18 Tozyo, T., Yoshimura, Y., Sakurai, K., Uchida, N., Takeda, Y., Nakai, H. & Ishii, H. (1994). Novel Antitumor Sesquiterpenoids in *Achillea millefolium*. *Chemical Pharmaceutical Bulletin*, 42(5), 1096–1100.
- 19 Ushbaeva, G.G., Ryahovskaya, T.V., Kabieva, A.O. & Mustafina, R.H. (2000). Polyn — istochnik protivopuholevykh ahentov [Wormwood — is a source of anticancer agents]. Proceedings from Botanical resource study: achievements and perspective of development: *Mezhdunarodnaia nauchnaia konferentsiia — International Scientific Conference*. (p. 177, 178). Almaty [in Russian].
- 20 He, F., Nugroho, A. E., Wong, C. P., Hirasawa, Y., Shiota, O., Morita, H., & Aisa, H. A. (2012). Rupestines F–M, New Guaipyridine Sesquiterpene Alkaloids from *Artemisia rupestris*. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, 60(2), 213–218.
- 21 Yunusov, S.Yu. (1974). *Alkaloidy* [Alkaloids]. Tashkent: FAN [in Russian].
- 22 Korzh, A.P., Gur'ev, A.M., Belousov, M.V., Yusubov, M.S., & Belyanin, M.L. (2012). Sostav vodorastvorimyykh polisakharidov iz tsvetkov *Calendula officinalis* [Composition of water-soluble poly-saccharides from flowers of *Calendula officinalis*]. *Khimiko-farmatsevticheskii zhurnal — Chemical-Pharmaceutical Journal*, 46(4), 23–25 [in Russian].
- 23 Ishmuratova, M.Yu., Egeubayeva, R.A., & Adekenov, S.M. (2000). Pervichnoe introduktsionnoe ispytanie *Artemisia annua* L. v Tsentralnom Kazakhstane [Primary introduction assessment of *Artemisia annua* L. in the Central Kazakhstan]. Proceedings from Botanical resource study: achievements and perspective of development: *Mezhdunarodnaia nauchnaia konferentsiia — International Scientific Conference*. (p. 70). Almaty [in Russian].
- 24 Shegebaev, O.Sh., Shtefan, G.I., Kuttybadamov, N.K., & Soloveva, V.G. (1996). Perspektivnye lekarstvennye rasteniia Akmolinskoi oblasti [Prospect medicinal plants of Akmola region]. Proceedings from Processing of medicinal raw materials and production of phytopreparations for medicine and agriculture: *Mezhdunarodnaia nauchno-prakticheskaiia konferentsiia — International Scientific-Practical Conference*. (p. 44). Almaty: Bastau [in Russian].
- 25 Svistunova, O.P. & Verzunov, A.I. (1996). Sostoianie travianistykh lekarstvennykh rastenii v introduktsionnykh kolleksiakh KazNIIHa [Current state of herbal medicinal plants in introduction collection of Kazakh scientific research institute of forestry and agro-melioration]. Proceedings from Processing of medicinal raw materials and production of phytopreparations for medicine and agriculture: *Mezhdunarodnaia nauchno-prakticheskaiia konferentsiia — International Scientific-Practical Conference*. (p. 55). Almaty: Bastau [in Russian].
- 26 Sinicin, G.S. (1982). *Novye lekarstvennye rasteniia Kazakhstana* [New medicinal plants of Kazakhstan]. Alma-Ata: Nauka [in Russian].
- 27 Sinicin, G.S. (1986). Itogi introduktsii lekarstvennykh rastenii na yuho-vostoke Kazakhstana [Results of introduction of medicinal plants in south-east of Kazakhstan]. *Ratsionalnoe ispolzovanie rastitelnykh resursov Kazakhstana — Rational use of plant resources of Kazakhstan*. Alma-Ata: Nauka [in Russian].
- 28 Nashenova, G.Z., Ishmuratova, M.Yu., Nashenov, Zh.B., Dengelbaeva, G.A., & Kunypiyeva, G.T. (2011). *Kultiviruemye lekarstvennye rasteniia aridnoi zony Tsentralnogo i Yuho-Vostochnogo Kazakhstana* [Cultivated medicinal plants of arid zone of the Central and South-Eastern Kazakhstan]. Zhezkazgan–Almalybak: Er-Mura [in Russian].
- 29 Muhambetov, D.D., Kuttybadamov, N.K., Zholdasov, Z.K., Kirdyajkin, A.F., & Soloveva, V.G. (1993). Problemy i perspektivy mestnoi farmatsevticheskoi bazy [Problems and prospects of local pharmaceutical base]. Proceedings from Actual problems of technology of production, processing of medicinal raw materials and development of phytopreparations: *Respublikanskaia nauchno-prakticheskaiia konferentsiia — Republic Scientific-Practical Conference*. (p. 15, 16). Karaganda [in Russian].
- 30 *Krasnaia kniha Kazakhstana. T. 2. Ch. 1. Rasteniia* [Red Book of Kazakhstan]. Vol. 2, Part 1. Plants (2014). Astana: «ArtPrint XXI» Ltd [in Russian].
- 31 *Dikorastushchie poleznye rasteniia Rossii* [Wild useful plants of Russia] (2001). Saint Petersburg [in Russian].
- 32 Zizina, S.I. (1981). *Lekarstvennye rasteniia* [Medicinal plants]. Alma-Ata: Nauka [in Russian].
- 33 Ahmetzhanova, A.I. (1977). Biologicheskie osobennosti i ispytanie v kulture nekotorykh vidov semeistva Krestotsvetnykh, sodержashchikh serdechnye hlikozidy [Biological properties and assessment in culture some species Brassicaceae fam., containing cardiac glycosides]. *Extended abstract of candidate's thesis*. Alma-Ata [in Russian].
- 34 Karpuk, V.V. (2011). *Farmakohnoziia* [Pharmacognosy]. Minsk: BSU [in Russian].
- 35 Orekhov, A.P. (1965). *Khimiia alkaloidov rastenii SSSR* [Chemistry of alkaloids of plants of USSR]. Leningrad: Nauka [in Russian].

36 Myadec, M.A., Domrachev, D.V., & Cheremushkina, V.A. (2012). Issledovanie khimicheskogo sostava efirnykh masel nekotorykh vidov semestva *Lamiaceae* L., kultiviruemykh v usloviakh Zapadnoi Sibiri [Study of the chemical composition of essential oils of some species of the Lamiaceae L. family cultivated in western Siberia]. *Khimiia rastitel'nogo syria — Chemistry of natural compounds, 1*, 111–117 [in Russian].

37 Kazarinova, N.V., & Tkachenko, K.G. (2000). Efirnye masla v lechenii tuberkuleza lehkikh [Essential oil plants for treatment of tuberculosis]. Proceedidngs from Botanical resource study: achievements and perspective of development: *Mezhdunarodnaia nauchnaia konferentsiia — International Scientific Conference*. (p. 136, 137). Almaty [in Russian].

38 Mihalev, A.N., Ten, A.A., Shin, S.N., Baktybaeva, L.K., Ihsanova-Sapko, O.A., Utarbaeva, A.Sh. & Kunaeva, R.M. (2000). Antihistaminaia, protivoaallerhicheskaiia, membranostabiliziruiushchaia i antibakterialnaia aktivnost fenolnykh soedinenii *Agrimonia asiatica* [Antihistamine, antiphoallergic, membrane-stabilizing and antibacterial activity of phenolic compounds *Agrimonia asiatica*]. Proceedidngs from Botanical resource study: achievements and perspective of development: *Mezhdunarodnaia nauchnaia konferentsiia — International Scientific Conference*. (p. 143, 144). Almaty [in Russian].

P.A. Esenbekova<sup>1</sup>, T.O. Altynbek<sup>2\*</sup>, M.B. Zhaksybayev<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Institute of Zoology, Almaty, Kazakhstan;*

<sup>2</sup>*Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan;*

*\*Corresponding author: tolganay.altynbek@mail.ru*

## **Materials for the aquatic hemiptera (Heteroptera) fauna of the Charyn State National Natural Park**

As a result of research in 2019, 21 species out of 7 families of Hemiptera were identified in the Charyn State National Natural Park. From these species composition, 14 species are zoophages; the remaining 7 species are zoophytophages. Identified all species have a wide selection of hunting objects, feed on aquatic invertebrates, including regulating the numbers of blood-sucking mosquito larvae (Culicidae). The main purpose of the research is to identify the species composition of the aquatic hemiptera Charyn State National Natural Park. Here, a systematic special study of the fauna of the aquatic hemiptera was not carried out before. Only 2 articles on half-winged animals have been published. Aquatic Hemiptera insects by species diversity and environmental features are one of the groups most suitable for its use in various environmental studies; they are well adapted to various environmental conditions.

*Keywords:* fauna, Heteroptera, Charyn State National Natural Park, family, larva.

### *Introduction*

Hemiptera is a vast group of insects with a moderately flattened body, piercing-sucking mouth type of oral organs belonging to insects with incomplete transformation, in which the intermediate stage between egg and imago is called nymph.

Aquatic Hemiptera are insects, all their life and development of which takes place in water bodies. They are divided into 2 ecological groups: Gerromorpha — water striders (5 families) living on the surface of water or wet banks of water bodies, and Nepomorpha — water bugs (8 families) living in the thickness of water or on the bottom.

Practically all water bedbugs are predators, only species of Corixidae family can feed on both animal foods and algae and detritus. Many species kill larvae and mummies of blood-sucking insects living in water. Some species harm fish farming by attacking caviar and midge. Water bugs themselves and their numerous larvae are the object of nutrition for aquatic and semi-aquatic animals [1, 2].

### *Materials and methodology*

The material of this work is the collections of authors in 2019 in the territory of Charyn State National Natural Park. Various techniques [3–7] have been used to collect Hemiptera: fishing of entomological water dip nets, night fishing, etc. The fauna of water Hemiptera of Charyn State National Natural Park is not fully reflected in this work, because it hasn't been studied in depth yet. The following are species found in the studied territories. For each of species are given the date of collection, short information on distribution, biology and ecology.

### *Results and discussion*

#### *Family Nepidae — Water scorpions*

*Nepa cinerea* Linnaeus, 1758. Charyn State National Natural Park, Sharyn River. 14.07.2019, 3♀, 5♂, 24.08.2019, 4♀, 3♂. Standing and slowly flowing large and small bodies of water (live in the thickness of water, does not swim well, so walks on the bottom or water plants); Zoophage (adults and larvae feed on the larvae of dragonflies, blindness and beetles); monovoltine; Winters imago, but can also winter larvae of V age [8].

*Ranatra linearis* (Linnaeus, 1758). Charyn State National Natural Park, cordon No. 4. 10.07.2019, 1♀, 2♂ found in Sharyn river, 04.08.2019, + 4 ♀, 2 ♂ + 4 larvae III-I V age. Standing and slowly flowing large and small bodies of water; Zoophage (destroys fish dip nets, dragonfly larvae and beetles); Monovoltine [9, 10] or bivoltine [11]; Winters imago.

*Family Corixidae — Boat Bugs*

*Micronecta pusilla* (Horvath, 1895). Charyn State National Natural Park, bottomland of the Sharyn River, 23.07.2019, 2 ♀, 4 ♂. Standing and slowly flowing large and small bodies of water; zoophytophage; monovoltine; The larvae winter.

*Cymatia coleoprata* (Fabricius, 1777). Charyn State National Natural Park, bottomland of the Sharyn River, 05.08.2019, 3 ♀, 2 ♂. Standing and slowly flowing large and small bodies of water; zoophytophage; monovoltine; Winters imago.

*Hesperocorixa linnaei* (Fieber, 1848). Charyn State National Natural Park, inundated standing reservoir of the Sharyn River, 10.07.2019, 5 ♀, 6 ♂. In floodwater bodies with standing water and well-developed vegetation; zoophytophage; monovoltine; Winters imago in the water basin [12].

*Hesperocorixa sahlbergi* (Fieber, 1848). Charyn State National Natural Park, a water body with standing water near cordon No. 4. 04.08.2019, 4 ♀, 3 ♂. Various standing and slowly flowing large and small bodies of water; zoophytophage; monovoltine; Winters imago.

*Paracorixa kiritshenkoi* (Lundbland, 1933). Charyn State National Natural Park, inundated reservoir of the Sharyn River, 15.07.2019, 4 ♀, 3 ♂. In the steppe zone and desert zones in floodwater bodies of rivers and lakes; zoophytophage; monovoltine; Winters imago. Flying into the light.

*Sigara nigrolineata nigrolineata* (Fieber, 1848). Charyn State National Natural Park, inundated standing reservoir of the Sharyn River, 06.07.2019, 9 ♀, 3 ♂. In a variety of small standing and weakly flowing water bodies; zoophytophage; polivoltine; Winters imago [5].

*Sigara limitata limitata* (Fieber, 1848). Charyn State National Natural Park, flood plain of the Sharyn River, 06.07.2019, 3 ♀, 3 ♂. It lives in standing or weakly flowing well-warmed water bodies with rich vegetation; zoophytophage; monovoltine; Winters imago.

*Sigara striata* (Linnaeus, 1758). Charyn State National Natural Park, bottomland of the Sharyn River, 14.07.2019, 3 ♀, 2 ♂. Euritope, in all sorts of standing, weakly flowing, floodwaters, but avoids heavily polluted; Zoophytophage (plant and animal food, exterminates mosquito larvae); polivoltine; Winters imago (in water bodies). Flies well and arrives at night to light [5].

*Sigara distincta* (Fieber, 1848). Charyn State National Natural Park, bottomland of the Sharyn River, 08.07.2019, 4 ♀, 3 ♂. In a variety of standing and floodwater bodies, in silted areas with water vegetation; zoophytophage; Polyvoltine [12]; Winter imago.

*Sigara falleni* (Fieber, 1848). Charyn State National Natural Park, bottomland of the Sharyn River, 10.07.2019, 5 ♀, 6 ♂. In weakly flowing, various flood and standing water bodies, river plants, lakes, including moderately contaminated ones; zoophytophage; bivoltinny; Winters imago. Lives and winters in a body of water. There is information about destruction by these bedbugs of larvae of a white fat plate in Rostov region [13].

*Sigara longipalis* (J. Sahlberg, 1878). Charyn State National Natural Park, bottomland of the Sharyn River, 24.08.2019, 4 ♀, 3 ♂. It lives in floodwater standing bodies: necton; zoophytophage; Polyvoltine [14]; Winters imago.

*Family Naucoridae — Plautus*

*Ilyocoris cimicoides cimicoides* (Linnaeus, 1758). Charyn State National Natural Park, bottomland of the Sharyn River, 24.06.2019, 2 ♀, 3 ♂; 02.07.2019, 2 ♀, 2 ♂; Temirlik River, 4–8.08.2019, 2 ♀, 3 ♂; 10.07.2019, 1 ♀, 2 ♂; 13.08.2019, 2 ♀, 1 ♂ larvae II age. They live in permanent, long-term non-drying standing and slowly flowing water bodies with developed vegetation; Zoophage (prefers to eat and attack small, weakly-chitinized inhabitants of water bodies: dragonfly larvae, leeches, side-swimmers, as well as larvae of blood-sucking mosquitoes of *Aedes* and *Culex* genera); monovoltine; Imago is wintered on land, buried in soil in upper layer of soil. Winter of water creepers on land is showed in other publications [5, 8, 15].

*Family Notonectidae — Back swimmers*

*Notonecta glauca glauca* Linnaeus, 1758. Charyn State National Natural Park, bottomland of the Sharyn River, 02.07.2019, 2 ♀, 2 ♂; Temirlik River, 08.08.2019, 4 ♀, 3 ♂. Predominantly in ponds, small lakes and various floodwater bodies with standing or weakly flowing water. Zoophage, larvae of initial ages feed on small larvae of aquatic beetles, mosquitoes and fallen insects into the water. Monovoltine; Winter imago.

*Family Pleidae — Pleids*

*Plea minutissima minutissima* Leach, 1817. Charyn State National Natural Park, inundated standing reservoir of the Sharyn River, 24.08.2019, 3 ♀, 3 ♂. Standing and slowly flowing large and small bodies of

water with abundant of vegetation; Zoophage (both imago and larvae feed on larvae of various hydrobionts); monovoltine; Winters imago [8].

*Hydrometridae family — Stick-shaped water strides*

*Hydrometra stagnorum* (Linnaeus, 1758). Charyn State National Natural Park, bottomland of the Sharyn River, 02.07.2019, 2 ♀, 2 ♂; Temirlik River, 08.08.2019, 4 ♀, 3 ♂. On floating leaves of aquatic plants or along banks standing or weakly flowing water bodies, on wet soil and mosses; Zoophage (small arthropods); Possibly monovoltine; Winters imago on the shore [8].

*Family Gerridae — Water strides*

*Gerris argentatus* Schummel, 1832. Charyn State National Natural Park, bottomland of the Sharyn River, 02.07.2019, 2 ♀, 2 ♂; Temirlik River, 08.08.2019, 4 ♀, 3 ♂. It lives in water bodies with standing water and with a partially overgrown mirror, and quickly slides on the surface of the water. Zoophage; bivoltine; Winter imago.

*Gerris lacustris* (Linnaeus, 1758). Charyn State National Natural Park, bottomland of the Sharyn River, 02.07.2019, 2 ♀, 2 ♂; Temirlik River, 08.08.2019, 4 ♀, 3 ♂. In ponds, lakes or flood water bodies with standing water and developed vegetation, on the surface of water of different water bodies; Zoophage (small aqueous arthropods); polyvoltine; Imago is wintered [8].

*Gerris costae* (Herrich-Schaffer, 1850) in the territory of Kazakhstan the species is represented by the subspecies *Gerris costae fieberi* Stichel, 1938. Charyn State National Natural Park, bottomland of the Sharyn River, 02.07.2019, 2 ♀, 2 ♂; Temirlik River, 08.08.2019, 4 ♀, 3 ♂. On the surface of water of different water bodies, everywhere in puddles; zoophage; Probably bivoltine; Winters imago.

*Limnopus rufoscutellatus* (Latreille, 1807). Charyn State National Natural Park, bottomland of the Sharyn River, 02.07.2019, 2 ♀, 2 ♂; Temirlik River, 08.08.2019, 4 ♀, 3 ♂. It lives in shallow flood standing water bodies with a partially overgrown water mirror, in marshy overgrown ponds, and in large lakes, sometimes along river banks, among vegetation, in shaded areas among the stems of aquatic plants, avoids an open water mirror; Ecologically plastic, very conventional species; Zoophage (gnus number regulator); polyvoltine; Imago is wintered [8] (Table 1).

Table 1

**Taxonomic composition of Aquatic Hemiptera of Charyn State National Natural Park**

Family	Species	Amount	Trophic connection	Winter stage
Nepidae	<i>Nepa cinerea</i> Linnaeus, 1758	2	Zoophage	Imago, Larvae
	<i>Ranatra linearis</i> (Linnaeus, 1758)		Zoophage	
Corixidae	<i>Micronecta pusilla</i> (Horvath, 1895)	11	Zoophytophage	Imago
	<i>Cymatia coleoptrata</i> (Fabricius, 1777)		Zoophytophage	Larvae
	<i>Hesperocorixa linnaei</i> (Fieber, 1848)		Zoophytophage	Imago
	<i>Hesperocorixa sahlbergi</i> (Fieber, 1848)		Zoophytophage	Imago
	<i>Paracorixa kiritshenkoi</i> (Lundbland, 1933)		Zoophytophage	Imago
	<i>Sigara nigrolineata nigrolineata</i> (Fieb., 1848)		Zoophytophage	Imago
	<i>Sigara limitata limitata</i> (Fieber, 1848)		Zoophytophage	Imago
	<i>Sigara striata</i> (Linnaeus, 1758)		Zoophytophage	Imago
	<i>Sigara distincta</i> (Fieber, 1848)		Zoophytophage	Imago
	<i>Sigara falleni</i> (Fieber, 1848)		Zoophytophage	Imago
	<i>Sigara longipalis</i> (J.Sahlberg, 1878)		Zoophytophage	Imago
Naucoridae	<i>Ilyocoris cimicoides cimicoides</i> (L., 1758)	1	Zoophage	Imago
Notonectidae	<i>Notonecta glauca glauca</i> Linnaeus, 1758	1	Zoophage	Imago
Pleidae	<i>Plea minutissima minutissima</i> Leach, 1817	1	Zoophage	Imago
Hydrometridae	<i>Hydrometra stagnorum</i> (L., 1758)	1	Zoophage	Imago
Gerridae	<i>Gerris argentatus</i> Schummel, 1832	4	Zoophage	Imago
	<i>Gerris lacustris</i> (Linnaeus, 1758)		Zoophage	Imago
	<i>Gerris costae costae</i> (Herrich-Schaffer, 1850)		Zoophage	Imago
	<i>Limnopus rufoscutellatus</i> (Latreille, 1807)		Zoophage	Imago
Total:		21		

The nutrition of the Hemiptera is extremely diverse. By food connections, predators (zoophages) and mixed-food species (zoophytophages), which consume both plant and animal food, are distinguished among aquatic bedbugs. According to Table 1, zoophages are 45 % and zoophytophages — 55 %.

Bedbugs are characterized by wintering at different stages of development. In most species, winter diapause occurs at the imago stage, but few species winter at the larval stage. Usually the first to appear are species wintering at the imago stage (Table 1), such species majority (90 %) and at the larval stage (10 %).

Hemiptera of Charyn State National Natural Park is characterized by 3 known types of voltinism: monovoltinism (one generation per year) — 11 species (52 %), bivoltinism (two generations per year) — 4 species (19 %), polyvoltinism (more than two generations per year) — 6 species (29 %).

### Conclusions

As a result of studies carried out on the territory of the Charyn State National Natural Park, 21 species of Aquatic Hemiptera out of 7 families were identified. The largest in volume were collection of representatives of family Corixidae is 11 species, Gerridae is 4 species, with only 1–2 species known in the rest of the families. According to food connections among water bugs of Charyn State National Natural Park zoophages make up — 45 %, zoophytophages — 55 %. Bedbugs are characterized by wintering at different stages of development, here wintering at the stage of imago 90 % and at the stage of larvae 10 %. Hemiptera Charyn State National Natural Park is characterized by 3 types of voltinism: monovoltinism — 52 %, bivoltinism — 19 %, polyvoltinism — 29 %.

### References

- 1 Есенбекова П.А. Полужесткокрылые (Heteroptera) Чарынского природного парка / П.А. Есенбекова // Науч. журн. «Терра». — 2009. — № 1(6). — С. 79–82.
- 2 Есенбекова П.А. Су қандалалары (Heteroptera) — Шарын ұлттық табиғи паркіндегі қансорғыш қосқанаттылардың биореттеушілері / П.А. Есенбекова // Современное состояние биоразнообразия Чарынского государственного национального природного парка и прилегающих территорий: материалы науч. конф. — Алматы, 2014. — С. 43–45.
- 3 Кириченко А.Н. Настоящие полужесткокрылые Европейской части СССР (Hemiptera) / А.Н. Кириченко // Определитель и библиография. — М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1951. — 423 с.
- 4 Кириченко А.Н. Методы сбора настоящих полужесткокрылых и изучения местных фаун / А.Н. Кириченко. — М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1957. — 124 с.
- 5 Кержнер И.М. Отряд Heteroptera (Hemiptera) полужесткокрылые / И.М. Кержнер, Т.Л. Ячевский // Определитель насекомых Европейской части СССР. — М.-Л.: Наука, 1964. — Т. 1. — С. 655–843.
- 6 Винокуров Н.Н. Насекомые полужесткокрылые (Heteroptera) Якутии / Н.Н. Винокуров. — Л.: Наука, 1979. — 232 с.
- 7 Каниюкова Е.В. Водные полужесткокрылые насекомые (Heteroptera: Nepomorpha, Gerromorpha) фауны России и сопредельных стран / Е.В. Каниюкова. — Владивосток: Дальнаука, 2006. — 296 с.
- 8 Фасулати К.К. Полевое изучение наземных беспозвоночных / К.К. Фасулати. — М.: Высш. шк., 1971. — 424 с.
- 9 Papacek M. Life cycles of univoltine water bugs (Heteroptera, Nepomorpha) in Czechoslovakia / M. Papacek // Prace Slov. Ent. Spol. SAV. — 1989. — Vol. 8. — P. 45–52.
- 10 Dolling W.R. The Hemiptera / W.R. Dolling. — Oxford: Oxford University Press (Natural History Museum Publication), 1991. — 274 p.
- 11 Дубицкий А.М. Биологический метод борьбы с гнусом в СССР / А.М. Дубицкий. — Алма-Ата, 1978. — 267 с.
- 12 Jansson A. Identification of larval Corixidae (Heteroptera) of northern Europe / A. Jansson // Annals zool. fenn. — 1969. — Bd. 6. — S. 289–312.
- 13 Сокольская Н.П. О биологии клопов-гребляков, вредящих рыбоводству в Ростовской области / Н.П. Сокольская, Л.Д. Житенева // Зоол. журн. — 1973. — Т. 52, Вып. 9. — С. 1330–1334.
- 14 Jansson A. The Corixidae (Heteroptera) of Europe and some adjacent regions / Jansson A. // Acta Entomologica Fennica. — 1986. — Vol. 47. — 93 p.
- 15 Винокуров Н.Н. Полужесткокрылые (Heteroptera) Сибири / Н.Н. Винокуров, Е.В. Каниюкова. — Новосибирск: Наука, 1995. — 235 с.



П.А. Есенбекова, Т.О. Алтынбек, М.Б. Жақсыбаев

## Шарын мемлекеттік ұлттық табиғи паркіндегі су жартылайқаттықанаттылар (Heteroptera) фаунасы

2019 жылы Шарын мемлекеттік ұлттық табиғи паркінде (МҰТП) жүргізілген зерттеулер нәтижесінде жартылайқаттықанаттылардың 7 тұқымдасқа кіретін 21 түрі анықталды. Олардың 14 түрі — зоофагтар, қалған 7 түрі — зоофитофагтар. Анықталған барлық түрлерде аң аулау нысандары кең, су омыртқасыздарымен коректенеді, соның ішінде қан соратын масалардың личинкаларын (*Culicidae*) реттейді. Зерттеудің негізгі мақсаты — Шарын мемлекеттік ұлттық табиғи паркіндегі су жартылайқаттықанаттылардың түрлік құрамын анықтау. Мұнда бұрын су жартылайқаттықанаттылар жануарлар дүниесіне жүйелі түрде арнайы зерттеу жүргізілген жоқ. Осыған дейін су жартылайқаттықанаттылар туралы тек 2 мақала жарияланды. Су жартылайқаттықанаттылар түрлерінің көп түрлілігі мен қоршаған ортаның ерекшеліктері бойынша әр түрлі экологиялық зерттеулерде қолдануға қолайлы топтардың бірі болып табылады және олар әр түрлі экологиялық жағдайларға жақсы бейімделген.

*Кілт сөздер:* фауна, жартылайқаттықанаттылар, Шарын МҰТП, тұқымдас, личинка.

П.А. Есенбекова, Т.О. Алтынбек, М.Б. Жақсыбаев

## Материалы к фауне водных полужесткокрылых (Heteroptera) Чарынского государственного национального природного парка

В результате исследований в 2019 г. в Чарынском государственном национальном природном парке (ГНПП) выявлен 21 вид из 7 семейств полужесткокрылых. Из них 14 видов зоофаги, остальные 7 — зоофитофаги. Все виды имеют широкий выбор охотничьих объектов, питаются водными беспозвоночными, в том числе регулируют численность личинок кровососущих комаров (*Culicidae*). Основная цель исследования — выявить видовой состав водных полужесткокрылых Чарынского государственного национального природного парка. Раньше планомерного специального изучения фауны водных полужесткокрылых не проводилось. Опубликовано всего две статьи по полужесткокрылым. Полужесткокрылые насекомые по видовому разнообразию и экологическим особенностям — одна из групп, наиболее пригодных для ее использования в различных экологических исследованиях, они хорошо приспособлены к различным условиям среды.

*Ключевые слова:* фауна, полужесткокрылые, Чарынский ГНПП, семейство, личинка.

### References

- 1 Esenbekova, P.A. (2009). Poluzhestkokrylye (Heteroptera) Charynskoho prirodnogo parka [Heteroptera of the Charyn Natural Park]. *Nauchnyi zhurnal «Terra» — Scientific journal «Terra»*, 1(6), 79–82 [in Russian].
- 2 Esenbekova, P.A. (2014). Su kandalalary (Heteroptera) — Sharyn ulttyq tabigi parkindegi qansorgysh qosqanattylyrdyn bioretteushileri [Aquatic heteroptera (Heteroptera) — Bioremediators of bloodshed in Charyn National Park]. Proceedings from The current state of biodiversity of the Charyn State National Natural Park: *Nauchnaia konferentsiia — Scientific conference*. (p. 43–45). Almaty [in Kazakh].
- 3 Kirichenko, A.N. (1951). *Nastoiashchie poluzhestkokrylye Evropeiskoi chasti SSSR (Hemiptera). Opredelitel i bibliografiia [Real half-winged European part of the USSR (Hemiptera). Determinant and Biography]*. Moscow: Publ. of Acad. of Sci. of the USSR [in Russian].
- 4 Kirichenko, A.N. (1957). *Metody sbora nastoiashchikh poluzhestkokrylykh i izucheniia mestnykh faun [Methods for collecting true half-winged animals and studying local faunas]*. Moscow; Leningrad: Publ. of Acad. of Sci. of the USSR [in Russian].
- 5 Kerzhner, I.M., & Yachevsky, T.L. (1964). *Otriad Heteroptera (Hemiptera) poluzhestkokrylye [Order Heteroptera (Hemiptera) half-winged]*. Moscow: Nauka [in Russian].
- 6 Vinokurov, N.N. (1979). *Nasekomye poluzhestkokrylye (Heteroptera) Jakutii [Hemisphere insects (Heteroptera) of Yakutia]*. Leningrad: Nauka [in Russian].
- 7 Kanyukova, E.V. (2006). *Vodnye poluzhestkokrylye nasekomye (Heteroptera: Nepomorpha, Gerromorpha) fauny Rossii i sopredelnykh stran [Aquatic semi-winged insects (Heteroptera: Nepomorpha, Gerromorpha) of the fauna of Russia and neighboring countries]*. Vladivostok: Dalnauka [in Russian].
- 8 Fasulati, K.K. (1971). *Polevoe izuchenie nazemnykh bespozvonochnykh [Field study of terrestrial invertebrates]* Moscow: Vysshiaia shkola [in Russian].
- 9 Papacek, M. (1989). Life cycles of univoltine water bugs (*Heteroptera, Nepomorpha*) in Czechoslovakia. *Prace Slov. Ent. Spol. SAV (Bratislava)*, 8, 45–52.
- 10 Dolling, W.R. (1991). *The Hemiptera*. Oxford: Oxford University Press (Natural History Museum Publication).

- 11 Dubitsky, A.M. (1978). *Biologicheskii metod borby s hmusom v SSSR [The biological method of fighting the vile in the USSR]*. Alma-Ata [in Russian].
- 12 Jansson, A. (1969). Identification of larval Corixidae (Heteroptera) of northern Europe. *Annals zool. fenn.*, 6, 289–312.
- 13 Sokolskaya, N.P. & Zhiteneva, L.D. (1973). O biologii klopov-hrebliakov, vrediashchikh rybovodstvu v Rostovskoi oblasti [On the biology of rowing bugs harmful to fish farming in the Rostov region]. *Zoolohicheskii zhurnal — Zoological Journal*, 52, 9, 1330–1334 [in Russian].
- 14 Jansson, A. (1986). The Corixidae (Heteroptera) of Europe and some adjacent regions. *Acta Entomologica Fennica*, 47, 93.
- 15 Vinokurov, N.N., & Kanyukova, E.V. (1995). *Poluzhestkokrylye (Heteroptera) Sibiri [Heteroptera of Siberia]*. Novosibirsk: Nauka [in Russian].

К.Д. Кенжина<sup>1\*</sup>, А.К. Ауельбекова<sup>1</sup>, М.М. Силантьева<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Карагандинский университет им. академика Е.А. Букетова, Казахстан;

<sup>2</sup>Алтайский государственный университет, Барнаул, Россия

\*Автор для переписки: k29k29d13@mail.ru

## Исторический очерк ботанико-географического районирования территории Северного Казахстана на примере Государственного национального природного парка «Буйратау»

Статья посвящена истории, принципам и методам геоботанического исследования территории Северного (Степного) Казахстана и степной части мелкосопочника. Исследуемая территория Казахстана занимает большую площадь, и ботанико-географические исследования с дореволюционного периода продолжают по сегодняшний день. Благодаря этим работам появились многотомные труды, создавались карты. Авторами приведена таблица, отражающая системный анализ проведенных работ по геоботаническому районированию территории Казахстана в составе СССР по работам разных авторов. Но, несмотря на это, данная территория нуждается в более локальном геоботаническом районировании, так как современная наука требует более тщательного, детального подхода во флористическом районировании. Хотя флористическое и геоботаническое районирования имеют различия по принципам работы, оба подхода сочетаются при разработке комплексного или синтетического ботанико-географического районирования. Каждый вид районирования зависит от природных условий, соответственно для проведения таких работ нужен системный анализ почвенного покрова, климатических условий, гидрологического характера и т.д. В статье дан анализ периодам исследования территории, принципам проведенных работ, также более детальное описание растительности ГНПП «Буйратау» по подзонам, в зависимости от физико-географических условий.

*Ключевые слова:* ГНПП «Буйратау», ботанико-географическое районирование, степная зона, растительное сообщество, растительность, Центральный Казахстан.

По Словарю ботанических терминов само понятие «геоботаническое районирование» означает расчленение земной поверхности на сравнительно однородные и неповторимые по растительному покрову районы. Основными таксономическими категориями районирования являются доминион, область (зона), провинция, округ и район [1]. В некотором роде геоботаническое районирование предполагает флористическое районирование, так как в обоих случаях речь идет о группировке видов растительности данной исследуемой территории. В основе любого вида районирования лежит физико-географическая данная территории. Также оно зависит от цели и методов исследования. Соответственно, по Г.Н. Огуревой, «природное районирование, в основу которого положены закономерности пространственного размещения растительного покрова, относится к ботаническим или ботанико-географическим видам районирования» [2]. Здесь она четко определяет тесную связь схем ботанического районирования с природным районированием. Ботанико-географическое районирование — системный подход для определения флористической сущности любой территории. Оно отличается от флористического районирования. По определению Л.И. Малышева, «флористическое районирование отражает пространственное сходство и различие таксономической структуры флоры земного шара», когда «геоботаническое или фитоценотическое районирование выявляет целостные территориальные сочетания растительных сообществ, которые сложились в процессе их исторического развития в пределах определенных природных комплексов» [3]. Таким образом, в основе геоботанического районирования лежит классификация растительности по признакам структуры растительного покрова. А флористическое районирование отражает различия в особенностях, фитоценотические районы указывают на влияние физико-географических особенностей на развитие разновидностей растительного покрова в разные периоды времени [1, 4–7]. Геоботаническое районирование растительного покрова имеет принципы учета в качестве критериев признаков растительного покрова, а также иерархический принцип, когда идет разделение участки земли на взаимно подчиненные пространственные единицы. Кроме того, за основу карты берет созданные в более ранние периоды, так как они отражают особенности трансформации окружающей среды [2].

Среди основных принципов флористического районирования, прежде всего, следует отметить, что «флористическое районирование исходит из особенностей самой флоры, т.е. всего комплекса видов, образующих растительный покров данной территории...», и основывается на «таксономическом и географическом изучении систематических единиц» [8–10]. Распространение таксонов является основой флористической дифференциации территории.

Попытки геоботанического районирования территории были во все времена развития науки ботаника. Но наиболее важными можно считать Карту геоботанического районирования СССР (1947) (Совет по изучению производительных сил Академии наук СССР), работу Г.Н. Огуреевой «Ботанико-географическое районирование СССР» (1991), ботанико-географические исследования для районирования территории в работах Б.А. Юрцева и т.д.

Периодичность флористического исследования территории Азии и Казахстана можно показать таким образом:

1. Период преимущественно флористического изучения степной области охватывает большую часть XIX в. до 80-х гг. включительно. Когда на Азиатской части СССР и Степной области Казахстана побывал А. Шренк. Западные части были исследованы И.Г. Борщовым (1965), а второй половине этого периода принадлежат исследовательские работы Миддендорфа (1870).

2. Период «ботанико-географических» исследований, начиная с 80-х гг. XIX столетия до 1917 г.

В этот период степям Западной Сибири и Северного Казахстана были посвящены работы А.Я. Гордягина, П.Н. Крылова, И.М. Крашенинникова. В это же время (с 1908 по 1917 гг.) проводились почвенно-ботанические работы в Азиатской части СССР, которые охватили значительную часть степной области (Западную Сибирь и Северный Казахстан). В исследованиях Северного (Степного Казахстана) немаловажную роль сыграли работы В.П. Дробова, Ф.Ф. Зелинского, М.Ф. Короткого, К.К. Косинского, И.М. Крашенинникова, С.Е. Кучеровской, М.И. Пташицкого, В.М. Савича, В.И. Смирнова, Н.В. Шипчинского.

3. Геоботанический период (II-й) в истории исследования степей охватывает промежуток времени с 1917 по 40-е гг. XX столетия.

В работах этого периода Северный (Степной) Казахстан исследовался в разных районах, такими учеными, как В.И. Баранов (1925), В. Крюгер (1927, 1928), С.Е. Рожанец-Кучеровская (1926), В.А. Шелудякова (1926) и другие. К этому периоду относятся интересные работы и И.М. Крашенинникова (1923, 1925) по степям Казахстана, где особое внимание автор уделяет геоботаническому районированию данной территории [4].

В 1933 г. А.В. Прозоровским, Н.И. Рубцовым и А.А. Дмитриевой была опубликована Карта растительности Казахстана. В ней довольно детально разработаны части нашей республики, особенно степная часть. Основные геоботанические исследования степной части Казахстана по периодам исследования можно увидеть в таблицах 1, 2.

По данным таблиц, геоботанические районирования территории Азиатской части СССР начинались с работ С.И. Коржинского, где автор всю область степей подразделяет на типично-степную, или ковыльно-типчаковую, и лугово-степную полосу. Работа А.Н. Краснова схожа с геоботаническим районированием своего предшественника. В более позднее время Б.А. Келлер рассматривает природные зоны с точки зрения геоботаники более детально, где выявляет несколько подзон с доминирующими видами флоры. Наибольший интерес представляет работа И.М. Крашенинникова, где проведено геоботаническое районирование территорий степей Казахстана. Е.М. Лавренко [1, 4, 7] провел более обширную работу по районированию степей всего СССР, детально рассмотрев в подзональном аспекте.

Вторую волну исследователей ботаников на территории Казахстана представляют А.В. Прозоровский, В.В. Алехин, Е.М. Лавренко (середина 30-х гг. прошлого столетия). Среди них исследования А.В. Прозоровского имели большое значение для развития казахстанской геоботаники. Его классификация отличалась от предыдущих работ тем, что он степную область Казахстана подразделяет на: 1) зону лесостепи (черноземы); 2) зону ковыльно-разнотравных степей (черноземы); 3) зону ковыльно-типчаковых степей (каштановые почвы) в зависимости от почвенного покрова. Далее идет дифференциация этих же зон: лесостепь на — южную лесостепь, березовые колки, чередующиеся с участками луговой степи, и ковыльно-луговые степи; ковыльно-разнотравные степи — на красноковыльно-разнотравные степи, красноковыльно-ковыльковые степи; ковыльно-типчаковых степей на — ковыльково-типчаковые степи и ковыльково-типчаковые степи с примесью белой полыни.



Исследования Северного (Степного) Казахстана советскими ботаниками в 30-х годах XX века

А. В. Прозоровский (1933) Казахстан		В. В. Алехин (1936) Евразийская степная область		Е. М. Лавренко (1937) Евразийская степная область	
1 Зона лесостепи (черноземы)	Южная лесостепь. Березовые колки, чередующиеся с участками луговой степи. Ковыльно-луговые степи: <i>Stipa tubens</i> , <i>S. capillata</i> , <i>Festuca sulcata</i>	Северные степи (красочное разнотравье с широколиственными злаками) Из ковылей: <i>Stipa Joann.</i> , <i>S. stenoph.</i>	Северный гигрофильный вариант	Остепненные луга (подтип лугов). Детрадирированные (как вторичное явление) и выщелоченные (отчасти) черноземы	
	2 Зона ковыльно-разнотравных степей (черноземы)	Красноковыльно-ковыльковые степи: <i>Stiparubens</i> , <i>S. Lessingiana</i> , <i>Festucasulcata</i> , <i>Stiparpulcherr</i> , <i>S. ucrainica</i> , <i>S. Korshinskiyi</i>	Основной мезофильный вариант	Луговые степи (подтип степей). Выщелоченные (отчасти) и мощные черноземы	
3 Зона ковыльно-типчакowych степей (каштановые почвы)	Ковыльково-типчакowe степи: <i>S. Lessingiana</i> , <i>Festuca sulcata</i>	Южные степи (ковыльно-типчакowe степи с южным разнотравьем и узколиственными злаками). Из ковылей: <i>Stipa Lessing.</i> , <i>S. capillata</i> , <i>S. tubens</i>	Северный гигрофильный вариант	Подзона разнотравно-типчакowo-ковыльковых степей	Настоящие степи (подтип степей). Дерновинно-злаковые богато-разнотравные степи (подгруппа формаций). Наиболее обычная зональная формация — разнотравно-типчакowo-ковыльковые степи. Обыкновенные, приазовские, предкавказские, южные (отчасти) черноземы
	Ковыльково-типчакowe степи с примесью белой полыни: <i>S. Lessingiana</i> , <i>Festuca sulcata</i>			Основной мезофильный вариант	Подзона типчакowo-ковыльковых степей
4 Зона северных типчакowo-полынных полупустынь (светлокаштановые почвы)	5 Зона южных типчакowych полупустынь (бурые почвы)	Бескрасочный ковыльнок. Ковыльно-типчакowe степи с небольшим количеством разнотравья Южного черноземья и особенно каштановые почвы	Южный ксерофильный вариант	Опустыненные степи (подтип степей). Наиболее обычная формация — полынно-типчакowo-ковыльковые степи. Каштановые и отчасти светло-каштановые почвы	
			Северный гигрофильный вариант		
А. Степная область		Степная зона		Лесостепная зона	
Б. Полупустынная область					

Это были периоды колоссальных полевых и теоретических работ советских ботаников-географов, в целях геоботанического изучения территории всего СССР.

К следующему этапу, т.е. в период с 50-х по 90-е гг. XX столетия, относятся работы основных ученых-ботаников, исследователей растительности Казахстана: Е.И. Рачковской, И.В. Борисовой, З.В. Карамышевой, Т.И. Исаченко. В результате их полевых работ, научно-теоретических исследований появляются такие труды, как «Карта растительности Северного Казахстана» (1960); «Ботаническая география степной части Центрального Казахстана» (1973); «Карта растительности степной части Казахского мелкосопочника» (1973, 1975); «Карта растительности Казахстана и Центральной Азии» (1995) и т.д. [10–12].

Это лишь небольшая часть тех трудов, которые вышли в свет в указанный период. Работы Е.И. Рачковской на протяжении нескольких десятилетий были посвящены растительному покрову Северного Казахстана и их районированию, картографированию [7]. В последующие периоды работы проводятся по усовершенствованию ранее созданных карт районирования и оцифровыванию карт геоботанических районов.

Современные геоботанические исследования территории Казахстана имеют более локальный характер [6–10]. Соответственно, проводятся работы по дифференциации растительного покрова каждой территории на несколько видов районирования. В настоящее время современные геоботаники проводят районирование по трем системам: геоботаническое, флористическое и ботанико-географическое [6]. Согласно этой теории, каждая исследуемая территория может иметь несколько видов районирования и принципы определения распределения растительного покрова от физико-географических характеристик, почвенного состава, агроклиматических условий и т.д.

В настоящее время казахстанские геоботанические исследования имеют тенденцию более детального изучения растительности особо охраняемых природных территорий Казахстана. Площадь нашей территории огромна, однако ООПТ на ней, сравнительно с другими европейскими странами, мало (этот показатель характерен азиатских стран СНГ), а занимаемые ими площади большие. Соответственно, природный комплекс разнообразен. Созданный в 2011 г., последний на сегодняшний день в нашей стране, ГНПП «Буйратау» — один из них. Так как он занимает территорию двух областей (Акмолинской и Карагандинской) и на степной зоне имеет своеобразную, уникальную, разнообразную растительность. На этой территории распределение растительности идет по подзонам степей (по карте растительности), соответственно, по почвенному покрову:

1. Засушливые степи на горных черноземах, так как некоторая часть территории лежит на мелкосопочнике.
2. Сухие степи на темно-каштановых почвах.
3. Петрофитные степи на скалах, каменистых и щебнистых почвах.
4. Луговая растительность.
5. Древесно-кустарниковая растительность.

Геоботаническое районирование территории ГНПП «Буйратау» можно увидеть на рисунке [13].

По всей территории, в том числе и на анклав, где засушливые и сухие степи, преобладают разнотравно-овсецовые и разнотравно-тырсово-овсецовые степи. Западная часть территории отличается от восточной части с преобладанием древесно-кустарниковой растительностью. На восточной части природного парка основную часть территории занимает степная растительность, с преобладанием растительности разнотравно-овсецовой степи и разнотравно-тырсово-овсецовой степи. Флора разнотравно-овсецово-ковыльно-кустарниковых степей встречается пятнами повсеместно, тогда как растеня разнотравно-полынно-ковыльковых степей занимают небольшие территории на северо-востоке и юго-востоке.

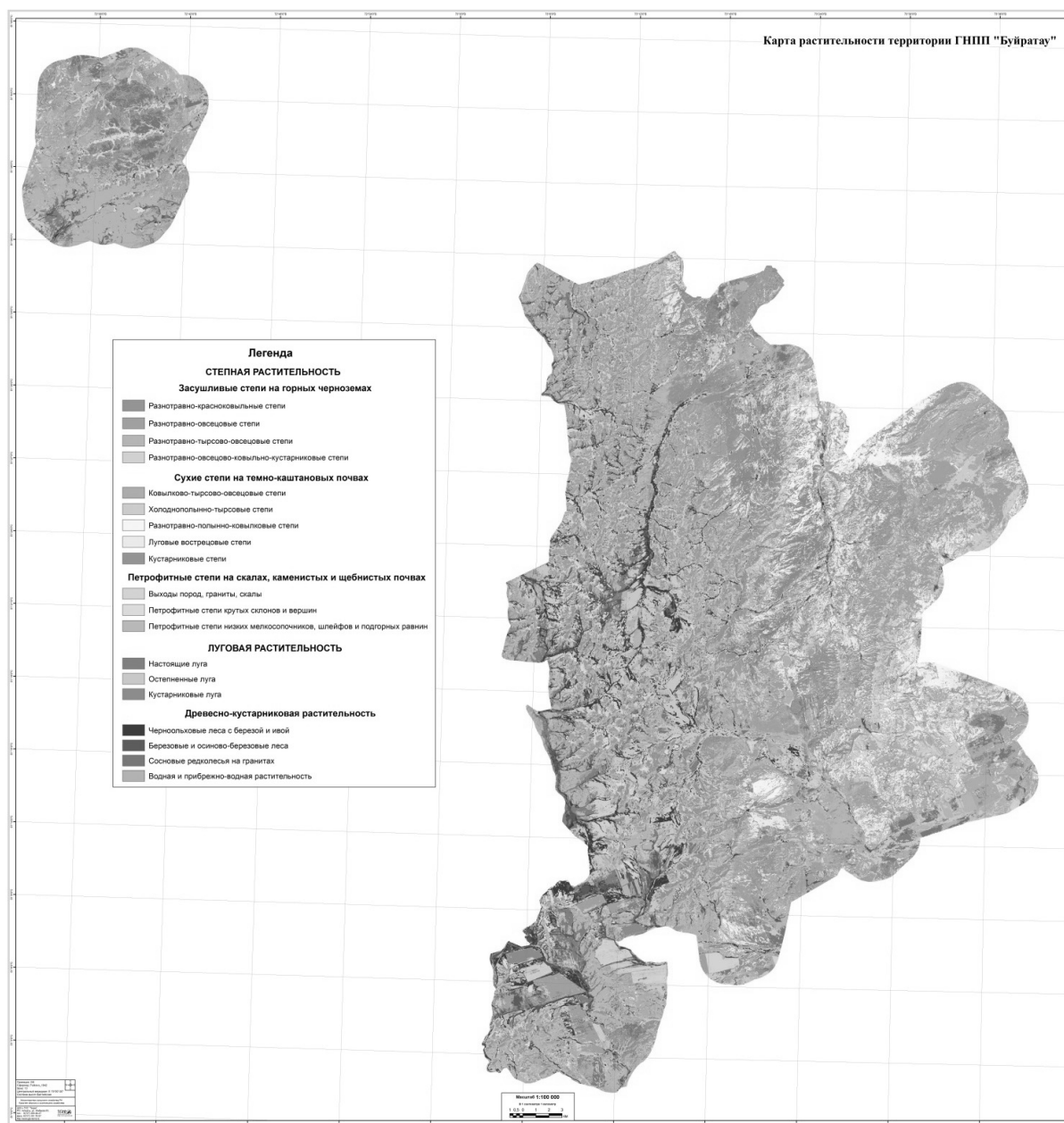


Рисунок. Растительность ГНП «Буйратау»

Так как районирование является методом познания, данная карта может служить основой для дальнейшего ботанико-географического районирования исследуемой территории, составления полного кадастра и карты растительного покрова данной территории.

#### Список литературы

- 1 Лавренко Е.М. Принципы и единицы геоботанического районирования / Е.М. Лавренко // Геоботаническое районирование СССР. — М.-Л., 1947. — С. 9–13.
- 2 Огуреева Г.Н. Ботанико-географическое районирование СССР / Г.Н. Огуреева. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1991. — 80 с.
- 3 Малышев Л.И. Флористическое деление Азиатской России на основе количественных признаков / Л.И. Малышев, К.С. Байков, В.М. Доронькин // Krylovia. — 2000. — Т. 2, № 1. — С. 3–16.
- 4 Лавренко Е.М. Степи СССР / Е.М. Лавренко // Растительность СССР. — 1940. — Т. 2. — С. 2–206.
- 5 Геоботаническое районирование СССР. — М.; Л.: Наука, 1947. — 150 с.



- 6 Акжигитова Н.И. Ботаническая география Казахстана и Средней Азии (в пределах пустынной зоны) / Н.И. Акжигитова, Е.И. Рачковская, Е.А. Волкова, В.Н. Храмцов. — СПб.: Ин-т ботаники АН Республики Узбекистан, 2003. — 423 с.
- 7 Карамышева З.В. Ботаническая география степной части Центрального Казахстана / З.В. Карамышева, Е.И. Рачковская. — Л.: Наука, 1973. — 278 с.
- 8 Тахтаджан А.Л. Флористические области Земли / А.Л. Тахтаджан. — Л.: Наука, 1978. — 248 с.
- 9 Спивак Л.Ф. Пространственно-временные особенности изменения состояния степной растительности Казахстана по данным спутниковой съемки / Л.Ф. Спивак, М.Ж. Батырбаева, И.С. Витковская, Н.Р. Муратова, А.Ф. Исламгулова // Экоистемы: экология и динамика. — 2017. — Т. 1, № 2. — С. 116–145.
- 10 Карта растительности Казахстана. Масштаб 1:5000000 // Национальный атлас РК / ред. Н.П. Огарь, Е.И. Рачковская. — 2006. — Т. 1.
- 11 Рубцова Т.А. Новое геоботаническое районирование Еврейской автономной области / Т.А. Рубцова, Д.М. Фетисов, А.Н. Гелунов // Вестн. ДВО РАН. — 2016. — № 1. — С. 26–37.
- 12 Пережогин Ю.В. Ботанико-географическое районирование и состав флоры Костанайской области (Северный Казахстан) / Ю.В. Пережогин // Вестн. Омск. гос. ун-та. Сер. естеств. науки. — 2008. — № 80. — С. 121–125.
- 13 Исмаилова Ф.М. Национальный природный парк в Ерейментауском нагорье (Центральный Казахстан) / Ф.М. Исмаилова, А.И. Минаков // Степной бюл. — 2014. — № 42. — С. 12–16.

К.Д. Кенжина, А.К. Ауельбекова, М.М. Силантьева

### **«Бұйратау» Мемлекеттік ұлттық табиғи паркі мысалында Солтүстік Қазақстан аумағын ботаникалық-географиялық аудандастырудың тарихи очеркі**

Мақала Солтүстік (дала) Қазақстан аумағын және ұсақ шоқылық далалық бөлігін геоботаникалық зерттеудің тарихына, принциптері мен әдістеріне арналған. Қазақстанның зерттелетін аумағы үлкен алаңға ие және революцияға дейінгі кезеңнен бастап ботаникалық-географиялық зерттеулер бүгінгі күнге дейін жалғасуда. Осы жұмыстардың арқасында көп томдық еңбектер пайда болды, карталар жасалды. Мақалада әр түрлі авторлардың жұмыстары бойынша КСРО құрамында Қазақстан аумағын геоботаникалық аудандастыру бойынша жүргізілген жұмыстардың жүйелі талдауын көрсететін кесте берілген. Алайда, осыған қарамастан, аталған аумақ неғұрлым жергілікті геоботаникалық аудандастыруды қажет етеді, өйткені заманауи ғылым флористикалық аудандастыруда неғұрлым мұқият, егжей-тегжейлі тәсілді талап етеді. Флористикалық және геоботаникалық аудандастыру жұмыс қағидаттары бойынша айырмашылықтарға ие болғанымен, екі тәсіл де кешенді немесе синтетикалық ботаникалық-географиялық аудандастыруды әзірлеу кезінде үйлеседі. Аудандастырудың әрбір түрі табиғи жағдайларға байланысты, тиісінше мұндай жұмыстарды жүргізу үшін топырақ жамылғысын, климаттық жағдайларды, гидрологиялық сипаттағы және т.б. жүйелі талдау қажет. Мақалада аумақты зерттеу кезеңдеріне, жүргізілген жұмыстардың принциптеріне талдау, сондай-ақ физикалық-географиялық жағдайларға байланысты кіші аймақтар бойынша «Бұйратау» МҰТП өсімдіктерінің неғұрлым егжей-тегжейлі сипаттамасы берілген.

*Кілт сөздер:* «Бұйратау» МҰТП, ботаникалық-географиялық аудандастыру, дала аймағы, өсімдіктер қауымдастығы, өсімдік, Орталық Қазақстан.

K.D. Kenzhina, A.K. Auelbekova, M.M. Silant'eva

### **Historical essay on the botanical and geographical zoning of the territory of Northern Kazakhstan on the example of the Buiratau State National Natural Park**

The article is devoted to the history, principles and methods of geobotanical exploration of the territory of Northern (steppe) Kazakhstan and the steppe part of the shallow settlement. The studied territory of Kazakhstan occupies a large area and botanical and geographical research, starting from the pre-revolutionary period, continues to this day. Thanks to these works, multi-volume works appeared, maps were created. The work provides a table reflecting a systematic analysis of the work carried out on the geobotanical zoning of the territory of Kazakhstan as part of the USSR on the work of various authors. But, despite this, this territory needs more local geobotanical zoning, so modern science requires a more thorough, detailed approach to floristic zoning. Although floristic and geobotanical zoning differ in the principles of work, both approaches are combined in the development of integrated or synthetic botanical-geographical zoning. Each type of zoning depends on natural conditions; accordingly, such work requires a systematic analysis of the soil cover, climatic conditions, hydrological nature, etc. The article provides an analysis of the territory study periods, the princi-

ples of the work carried out, as well as a more detailed description of the vegetation of the «Buiratau» SNNP by subzone, depending on physical and geographical conditions.

*Keywords:* State national natural park «Buiratau», botanical and geographical zoning, steppe zone, vegetative community, vegetation, the Central Kazakhstan.

## References

- 1 Lavrenko, E.M. (1947). Printsipy i edinitys heobotanicheskoho raionirovaniia [Geobotanical zoning principles and units]. *Heobotanicheskoe raionirovanie SSSR — Geobotanical zoning*. Moscow; Leningrad [in Russian].
- 2 Ogureeva, G.N. (1991). *Botaniko-geohraficheskoe raionirovanie SSSR [Botanical-geographical zoning of USSR]*. Moscow: MSU Publ. [in Russian].
- 3 Malyshev, L.I., Baikov, K.S., & Doronkin, V.M. (2000). Floristicheskoe delenie Aziatskoi Rossii na osnove kolichestvennykh priznakov [Floristic division of Asian Russia based on quantitative characteristics]. *Krylovia*, 2(1), 3–16 [in Russian].
- 4 Lavrenko, E.M. (1940). Stepi SSSR [Steppe of USSR]. *Rastitelnost SSSR — Vegetation of USSR*, 2, 2–206 [in Russian].
- 5 *Heobotanicheskoe raionirovanie SSSR [Geobotanical zoning of USSR]*. (1947). Moscow; Leningrad [in Russian].
- 6 Akzhigitova, N.I., Rachkovskaia, E.I., Volkova, E.A., & Khamtsov, V.N. (2003). *Botanicheskaia heohrafiia Kazakhstana i Srednei Azii (v predelakh pustynnoi zony) [Botanical geography of Kazakhstan and Middle Asia (in borders of desert zone)]*. Saint Petersburg: Institute of Botany of AS of Uzbek Republic [in Russian].
- 7 Karamysheva, Z.V. & Rachkovskaia, E.I. (1973). *Botanicheskaia heohrafiia stepnoi chasti Tsentralnogo Kazakhstana [Botanical geography of steppe zone of the Central Kazakhstan]*. Leningrad: Nauka [in Russian].
- 8 Tahtadzhan, A.L. (1978). *Floristicheskie oblasti Zemli [Floristic regions of Earth]*. Leningrad: Nauka [in Russian].
- 9 Spivak, L.F., Batyrbayeva, M.Zh., Vitkovskaya, I.S., Muratova, N.R., & Islamgulova, A.F. (2017). Prostranstvenno-vremennye osobennosti izmeneniia sostoianiia stepnoi rastitelnosti Kazakhstana po dannym sputnikovoi semki [Spatio-temporal features of the change in the state of steppe vegetation of Kazakhstan according to satellite survey]. *Ekosistemy: ekolohiia i dinamika — Ecosystem: ecology and dynamics*, 1(2), 116–145 [in Russian].
- 10 Ogar, N.P., Rachkovskaya, E.I. (Eds.) (2006). Karta rastitelnosti Kazakhstana. Masshtab 1:5000000 [Map of vegetation of Kazakhstan. Scale 1:5000000]. *Natsionalnyi atlas RK — National atlas of RK*. (Vol. 1) [in Russian].
- 11 Rubtsova, T.A., Fetisov, D.M., & Gelunov, A.N. (2016). Novoe heobotanicheskoe raionirovanie Evreiskoi avtonomnoi oblasti [A new geobotanical zoning of Evrey autonomous region]. *Vestnik DVO RAN — Bulletin of FED of RAS*, 1, 26–37 [in Russian].
- 12 Perezhogin, Yu.V. (2008). Botaniko-geohraficheskoe raionirovanie i sostav flory Kostanaiskoi oblasti (Severnyi Kazakhstan) [Botanical-geographical zoning and composition of flora of Kostanai region (the Northern Kazakhstan)]. *Vestnik Omskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya Estestvennyye nauki — Bulletin of Omsk State University. Series natural science*, 80, 121–125 [in Russian].
- 13 Ismailova, F.M., & Minakov, A.I. (2014). Natsionalnyi prirodnyi park v Ereimtauskom nahore (Tsentralnyi Kazakhstan) [National natural Park in the Ereimtau Highlands (Central Kazakhstan)]. *Stepnoi biulleten — Steppe Bulletin*, 42, 12–16 [in Russian].

Г.Т. Максутбекова\*

*Кыргызский государственный университет им. И. Арабаева, Бишкек, Кыргызстан**\*Автор для корреспонденции: gulia\_80-80@mail.ru*

## Оценка физиологических показателей растений рода *Populus* в аридных условиях Жезказгана

Создание современных зеленых насаждений должно базироваться на подборе устойчивого ассортимента. Устойчивость оценивается на основе ряда физиологических показателей. Особую ценность представляют предварительные испытания, необходимые для промышленных регионов со сложными климатическими условиями. Цель настоящего исследования — изучение устойчивости 4-х видов тополей к засухе, зимним условиям, действию болезней и вредителей, атмосферное загрязнение. Оценка устойчивости проводилась для видов *Populus alba*, *Populus balsamifera*, *Populus canadensis* и *Populus nigra*, охватывая период с 2015 по 2019 гг. Итоги визуальных наблюдений показали, что все виды тополей обладают высокой зимостойкостью — 4–5 баллов. Максимальная зимостойкость отмечена для тополя белого, минимальная — для тополя канадского. Газоустойчивость тополей оценена в 3–5 баллов. Наибольшая устойчивость отмечена у тополя бальзамического, минимальная — у тополя канадского. Устойчивость к засухе среди видов тополей оценена в 3–4 балла. Тополь белый и канадский показали наименьшую устойчивость к засухе, тогда как тополь канадский — максимальную. Оценочные баллы устойчивости к болезням и вредителям составили 4–5 баллов, наибольшие показатели отмечены для тополя бальзамического, минимальные — для тополя черного. На основе выявленных показателей предложены направления использования тополей в зеленом строительстве.

*Ключевые слова:* *Populus alba*, *Populus balsamifera*, *Populus canadensis*, *Populus nigra*, физиологические показатели, устойчивость, аридные условия, Жезказган.

### Введение

Тенденции современного зеленого строительства ориентируются не только на формирование устойчивого и адаптивного, но и декоративного ассортимента [1]. Для озеленения населенных пунктов интерес представляют быстрорастущие культуры, которые позволяют быстро создать большой объем насаждений, эффективно поглощают вредные выбросы, устойчивы к антропогенной среде [2].

Зеленые насаждения — важнейший элемент градостроительства, фактор, имеющий большое значение в санитарно-гигиеническом, архитектурно-планировочном и социальном отношении. Санитарно-гигиеническое значение зеленых насаждений весьма велико и многосторонне. Важнейшая гигиеническая особенность зеленых насаждений выражается в регулировании теплового и радиационного режимов, в создании микроклимата, обеспечивающего комфортные условия внешней среды.

Значительную проблему представляет подбор ассортимента для промышленных городов, расположенных в условиях аридной зоны. Так, высокий уровень загрязнения накладывается на дефицит влаги, высокие летние и низкие зимние температуры.

Таковыми условиями обладает Жезказганский промышленный регион. Он является сложным объектом для озеленения из-за суровых климатических условий [3, 4]: зимы умеренно или сильно-морозные, часто с минимальным снежным покровом, часто отмечены оттепели; весна — короткая и сухая; лето — знойное с низкой относительной влажностью воздуха, минимальным количеством осадков и постоянными суховеями. Развитие горнодобывающей промышленности привело к высокому уровню загрязнения городской среды [5].

Значительным потенциалом для дальнейшего озеленения является род тополь — *Populus* L. из семейства *Salicaceae*, который отличается быстрым ростом, хорошим возобновлением и высокой устойчивостью к неблагоприятным условиям [6–9]. Ранее растения рода тополь прошли интродукционное испытание в Центральном Казахстане, но были не в полной мере определены их физиологические показатели для Жезказганского промышленного региона.

Цель настоящего исследования — изучить показатели устойчивости 4-х видов тополей в условиях города Жезказган (Центральный Казахстан).

*Объекты и методика исследований*

Объектом исследования являлись растения рода тополь: тополь серебристый, или белый (*Populus alba* L.); тополь черный, или осокорь (*Populus nigra* L.); тополь канадский (*Populus canadensis* Moench); тополь бальзамический (*Populus balsamifera* L.).

Исследования вели в 2015–2019 гг. на территории г. Жезказгана (Карагандинская область, Казахстан). Изучали следующие параметры: зимостойкость, засухоустойчивость, газоустойчивость, устойчивость к болезням и вредителям.

Оценку зимостойкости, засухоустойчивости, газоустойчивости и устойчивости к болезням и вредителям проводили визуально в соответствии со стандартными указаниями «Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» [10].

*Зимостойкость* оценивали по 6-балльной шкале:

- 0 баллов — полное вымерзание растения;
- 1 балл — побеги повреждаются до уровня искусственного утепления (окучивание земель);
- 2 балла — побеги повреждаются до уровня снегового покрова;
- 3 балла — побеги повреждаются более чем наполовину длины;
- 4 балла — повреждаются только верхушки побегов;
- 5 баллов — растение вполне зимостойко, повреждений не отмечено.

*Засухоустойчивость* оценивали по 6-балльной шкале:

- 0 баллов — растение погибло;
- 1 балл — листья опали, но осевые органы сохраняются;
- 2 балла — большинство листьев и верхушки молодых побегов полностью высыхают;
- 3 балла — у большинства листьев наблюдаются частичные повреждения и потеря тургора;
- 4 балла — в дневные часы наблюдается некоторая потеря тургора листьев;
- 5 баллов — растения не реагируют на засуху.

*Газоустойчивость* оценивали по 6-балльной шкале:

- 0 баллов — растение погибает при воздействии загрязненного воздуха;
- 1 балл — негазоустойчивые;
- 2 балла — слабогазоустойчивые;
- 3 балла — относительно газоустойчивые;
- 4 балла — газоустойчивые;
- 5 баллов — высокогазоустойчивые.

*Устойчивость к болезням и вредителям* по 6-балльной шкале:

- 0 баллов — растение погибает от повреждений вредителями и болезнями;
- 1 балл — очень низкая — зачастую растение сильно поражается, что приводит к гибели свыше 50 % их количества;
- 2 балла — низкая — поражения средние, вредителями и болезнями охватывается не более 25–50 %, некоторые органы повреждаются в сильной степени;
- 3 балла — средняя — повреждаемость по максимуму средняя, 11–25 % поверхности, сильно пораженные органы не встречаются;
- 4 балла — высокая устойчивость — растение не повреждается вообще вредителями и болезнями или повреждается, но за весь период наблюдений максимальная степень поражаемости анатомических органов не превысила 10 %;
- 5 баллов — не повреждается — «здоровое растение».

*Результаты и их обсуждение*

Визуальная оценка зимостойкости проводилась дважды за сезон: в начале вегетации, когда хорошо заметны зимние повреждения, а также в середине лета, когда можно установить степень восстановления поврежденных частей растения.

Многолетние наблюдения показатели, что виды тополей имеют зимостойкость 4–5 баллов (табл. 1), причем молодые деревья лучше переносят зимние периоды, тогда как взрослые имели незначительные повреждения [11].

**Визуальная оценка зимостойкости тополей в условиях г. Жезказгана**

Вид	Баллы зимостойкости			
	2015–2016 гг.	2016–2017 гг.	2017–2018 гг.	2018–2019 гг.
Тополь белый	5	5	5	5
Тополь черный	5	4	5	5
Тополь канадский	4	4	5	5
Тополь бальзамический	5	5	5	5

Максимальную зимостойкость показал тополь белый, у которого во все годы наблюдения балл зимостойкости составлял 5, минимальную — тополь канадский, у которого в половине зимних периодов зимостойкость равнялась 4 баллам.

Таким образом, все виды тополей могут успешно переносить зимний период в условиях г. Жезказгана.

Промышленные центры Казахстана отличаются сложной экологической ситуацией вследствие размещения промышленных предприятий. Жезказганский промышленный регион характеризуется добычей медной руды, ее обогащением и выплавкой катодной меди. Основными загрязняющими атмосферу веществами являются окислы серы, углерода и сернистый ангидрид. Данные газы характеризуются отрицательным воздействием на растительный покров, в целом, и на древесно-кустарниковые культуры, в частности [12]. Поэтому активным вопросом при подборе устойчивого ассортимента растений является не только учет погодно-климатических условий региона, но и степень загрязнения атмосферы.

Для обследованных видов показатели газоустойчивости составили от 3 до 5 баллов (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

**Визуальная оценка газоустойчивости тополей в условиях г. Жезказгана**

Вид	Баллы газоустойчивости			
	2015–2016 гг.	2016–2017 гг.	2017–2018 гг.	2018–2019 гг.
Тополь белый	4	4	4	5
Тополь черный	4	4	5	5
Тополь канадский	3	3	4	3
Тополь бальзамический	5	5	5	5

Результаты обследования показали, что наибольшей устойчивостью к атмосферному загрязнению обладает тополь бальзамический, у которого не выявлены повреждения, минимальной — тополь канадский, который имел оценочные баллы от 3 до 4. Остальные виды показали средние значения газоустойчивости, что позволяет их применять в озеленении города. Тополь бальзамический можно рекомендовать для создания газозащитных полос вдоль промышленных предприятий, а также активно внедрять в озеленение улиц и проспектов. Тополь канадский, обладающий самыми низкими показателями газоустойчивости, можно рекомендовать для насаждений в парковых зонах, формирования посадок за пределами города [13].

Засухоустойчивость растений в условиях Жезказганского промышленного региона проанализирована нами на основании состояния тургора листьев. Оценка данного показателя является важной для условий Жезказганского промышленного региона, что обусловлено высокими положительными температурами в вегетационный период и острым дефицитом осадков.

Так, если в течение вегетационного периода листья растений практически не реагируют на жаркие погодные условия либо наблюдается слабая потеря тургора, то данные растения обладают максимальной засухоустойчивостью. Чем больше повреждений наблюдается у растений, тем менее засухоустойчивыми они являются [14].

Результаты наблюдений показали, что тополя обладали устойчивостью к засухе от 3 до 4 баллов (табл. 3).

Т а б л и ц а 3

**Визуальная оценка засухоустойчивости тополей в условиях г. Жезказгана**

Вид	Баллы газоустойчивости			
	2015–2016 гг.	2016–2017 гг.	2017–2018 гг.	2018–2019 гг.
Тополь белый	3	3	3	3
Тополь черный	3	4	4	4
Тополь канадский	3	3	3	3
Тополь бальзамический	4	4	4	4

Тополь белый и канадский показали наименьшую устойчивость к засухе, тогда как тополь канадский — максимальную. Таким образом, все тополя требуют обязательного орошения в вегетационный период, особенно чувствительны к поливу тополь белый и канадский.

На последнем этапе была проанализирована устойчивость к болезням и вредителям. Данная устойчивость, или иммунитет, проявляется, как в полной либо относительной невосприимчивости растений к заболеваниям. Повреждаться могут различные органы. Часто фитофагоустойчивость растений зависит от климатических условий, видовой принадлежности и общего состояния растения.

Многолетние обследования зеленых насаждений показали, что тополя оказались устойчивыми к болезням и вредителям, показав средние оценочные баллы около 4 (табл. 4).

Т а б л и ц а 4

**Визуальная оценка засухоустойчивости тополей в условиях г. Жезказгана**

Вид	Баллы газоустойчивости			
	2015–2016 гг.	2016–2017 гг.	2017–2018 гг.	2018–2019 гг.
Тополь белый	5	4	4	5
Тополь черный	4	4	4	4
Тополь канадский	4	4	4	5
Тополь бальзамический	5	5	5	4

Самым устойчивым к возбудителям заболеваний и насекомым-вредителям оказался тополь бальзамический, минимальные показатели были определены у тополя черного. Таким образом, достаточная устойчивость видов тополей позволяет рекомендовать их для широкого внедрения в массовое озеленение и создания зеленых насаждений различного типа.

*Заключение*

Таким образом, по итогам проведенных исследований, можно сделать следующие выводы:

1. В условиях г. Жезказгана все обследованные виды тополей показали высокую зимостойкость, оцененную в 4–5 баллов. Максимальная зимостойкость отмечена для тополя белого, минимальная — для тополя канадского.

2. Оценка газоустойчивости тополей позволила присвоить изучаемым видам тополей от 3 до 5 баллов. Результаты обследования показали, что наибольшей устойчивостью к атмосферному загрязнению обладает тополь бальзамический, у которого не выявлены повреждения, минимальной — тополь канадский.

3. Устойчивость к засухе среди видов тополей оценена в 3–4 балла. Тополь белый и канадский показали наименьшую устойчивость к засухе, тогда как тополь канадский — максимальную.

4. Многолетние обследования зеленых насаждений показали, что тополя оказались устойчивыми к болезням и вредителям, показав средние оценочные баллы 4–5. Самым устойчивым к возбудителям заболеваний и насекомым-вредителям оказался тополь бальзамический, минимальные показатели были определены у тополя черного.

5. По итогам многолетних визуальных наблюдений и оценке физиологических показателей можно отметить, что все тополя требуют обязательного орошения в вегетационный период. Тополь бальзамический и тополь черный можно рекомендовать для создания газозащитных полос вдоль промышленных предприятий, а также активно внедрять в озеленение улиц и проспектов. Тополь канадский и тополь белый можно рекомендовать для насаждений в парковых зонах, формирования посадок за пределами города.

## Список литературы

- 1 Сергейчук С.А. Древесные растения и оптимизация промышленной среды / С.А. Сергейчук. — Минск: Наука и техника, 1994. — 279 с.
- 2 Климчук А.Т. Влияние атмосферного воздействия и техногенного загрязнения на декоративность хвойных растений Центрального Казахстана / А.Т. Климчук // Актуальные проблемы экологии и природопользования в Казахстане и сопредельных территориях: материалы II Междунар. науч.-практ. конф. — Павлодар, 2007. — Т. 1. — С. 208–210.
- 3 Урумов Т.М. Краткая географическая и климатологическая характеристика Жезказганского промышленного района / Т.М. Урумов // Большой Жезказган. — Алматы: Полиграфкомбинат, 1994. — С. 14–16.
- 4 МаксUTOва П.А. Физическая география Карагандинской области / П.А. МаксUTOва, Ш.Е. Дюсекеева, А.О. Кулмаганбетова. — Караганда, 2005. — 59 с.
- 5 Конкабаева А.Е. Оценка накопления тяжелых металлов в почве, воде и растениях промышленных регионов Карагандинской области: моногр. / А.Е. Конкабаева, М.Ю. Ишмуратова. — Караганда: Изд-во ТОО «Полиграфист», 2016. — 112 с.
- 6 Селиванова К.М. Анализ фактического использования древесных растений в озеленении населенных пунктов в зонах северных пустынь, опустыненных степей и сухих степей Центрального Казахстана / К.М. Селиванова, С.В. Чекалин, Г.К. Бижанова // Растительный мир и его охрана: тр. Междунар. конф., посвящ. 75-летию Ин-та ботаники и фитоинтродукции. — Алматы, 2007. — С. 259–262.
- 7 Бухарина И.Л. Эколого-биологические особенности древесных растений в урбанизированной среде / И.Л. Бухарина, Т.М. Поварничина, К.Е. Ведерников. — Ижевск: Ижевская ГСХА, 2007. — 216 с.
- 8 Латыпова А.А. Методические особенности исследования биологии и экологии тополя белого / А.А. Латыпова, И.Р. Кагарманов // Вестн. Удмурт. ун-та. Сер. биол. — 2012. — Вып. 4. — С. 34–40.
- 9 Байтулин И.О. Интродукция деревьев и кустарников в Казахстане / И.О. Байтулин, И.Г. Рубаник. — Алма-Ата: Наука, 1985. — 160 с.
- 10 Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. — Орел: Изд-во ВНИИ селекции плодовых культур, 1999. — 608 с.
- 11 Кузнецов В.В. Физиология растений / В.В. Кузнецов, Г.А. Дмитриева. — М.: Высш. шк., 2006. — 742 с.
- 12 Экологическая обстановка в Карагандинской области. Данные Облстатуправления. — Караганда, 2010–2018. — 25 с.
- 13 Климчук А.Т. Газоустойчивость некоторых видов древесных растений вблизи промышленных предприятий Жезказганского региона в связи с их водным режимом и засухоустойчивостью / А.Т. Климчук // Проблемы современной науки и образования. — 2017. — № 12(94). — С. 22–24.
- 14 Ильницкий О.А. Оптимизация водного режима культурных растений и обеспечивающая ее система мониторинга: автореф. дис. ... д-ра биол. наук / О.А. Ильницкий. — Киев, 1994. — 47 с.

Г.Т. Максутбекова

### Жезказғанның аридтік жағдайында *Populus* тұқымдас өсімдіктердің физиологиялық көрсеткіштерін бағалау

Қазіргі заманғы жасыл кеңістікті құру тұрақты ассортиментті таңдауға негізделуі керек. Тұрақтылық бірқатар физиологиялық көрсеткіштер негізінде бағаланады. Ерекше құндылық алдын-ала сынақтар күрделі климаттық жағдайлары бар өнеркәсіптік аймақтар үшін қажет. Осы зерттеудің мақсаты — теректердің 4 түрінің құрғақшылыққа, қысқы жағдайларға, аурулар мен зиянкестердің әсеріне, атмосфералық ластануға төзімділігін зерттеу. Тұрақтылықты бағалау 2015 жылдан 2019 жылға дейінгі кезеңді қамтитын *Populus alba*, *Populus balsamifera*, *Populus canadensis*, *Populus nigra* түрлеріне жүргізілді. Визуалды бақылаудың нәтижесі көрсеткендей, теректердің жоғары қысқатөзімділігі — 4–5 балды құрайды. Қыстың максималды қаттылығы ақ теректерге, ең азы канадалық теректерге арналған. Теректердің газтөзімділігі 3–5 балмен бағаланды. Ең жоғары тұрақтылық бальзам теректерінде, ең азы канадалық теректерде байқалды. Терек түрлерінің арасындағы құрғақшылыққа төзімділігі 3–4 %-ға бағаланды. Ақ терек пен канадалық терек құрғақшылыққа ең аз, ал канадалық терек максималды төзімділікті көрсетті. Аурулар мен зиянкестерге қарсы тұрудың болжамды балы 4–5 балды құрады, ең жоғары көрсеткіш бальзам терегіне, ең төменгісі қара терекке белгіленді. Анықталған көрсеткіштер негізінде теректерді жасыл құрылыста пайдалану бағыттары ұсынылған.

*Кілт сөздер:* *Populus alba*, *populus balsamifera*, *Populus canadensis*, *Populus nigra*, физиологиялық көрсеткіштер, тұрақтылық, құрғақ жағдайлар, Жезказған.

G.T. Maxutbekova

## Evaluation of physiological indicators of plants of the genus *Populus* in arid conditions of Zhezkazgan

The creation of modern green spaces should be based on the selection of a sustainable assortment. Resistance is evaluated on the basis of a number of physiological indicators. Preliminary testing is of particular value for industrial regions with difficult climatic conditions. The purpose of this study was to study the resistance of 4 species of poplars to drought, winter conditions, the effects of diseases and pests, and atmospheric pollution. Resistance assessment was carried out for the species *Populus alba*, *Populus balsamifera*, *Populus canadensis*, *Populus nigra*, covering the period from 2015 to 2019. The results of visual observations showed that all species of poplars have high winter resistance — 4–5 points. Maximum winter resistance is noted for white poplar, minimum — for canadian poplar. The gas stability of poplars is estimated at 3–5 points. The greatest stability is noted in balsamic poplar, the minimum — in canadian poplar. Drought resistance among poplar species is estimated at 3–4 points. White and canadian poplar showed the least resistance to drought, while canadian poplar showed the maximum. Estimated scores of resistance to diseases and pests were 4–5 points, the highest indicators were noted for balsamic poplar, the minimum — for black poplar. On the basis of the identified indicators, the directions of poplar use in green construction are proposed.

**Keywords:** *Populus alba*, *Populus balsamifera*, *Populus canadensis*, *Populus nigra*, physiological parameters, resistant, arid conditions, Zhezkazgan.

### References

- 1 Sergeichik, S.A. (1994). *Drevesnye rasteniia i optimizatsiia promyshlennoi sredy* [Woody plants and optimization of environment]. Minsk: Nauka i tekhnika [in Russian].
- 2 Klimchuk, A.T. (2007). Vliianie atmosfernoego vozdeistviia i tekhnogennoho zahriazneniia na dekorativnost khvoinykh rastenii Tsentralnogo Kazakhstana [Influence of atmospheric impact and anthropogenic contamination on decoration of coniferous plants of the Central Kazakhstan]. Proceedings from Actual problems of ecology and environmental management in Kazakhstan and adjacent territories: *II Mezhdunarodnaia nauchno-prakticheskaiia konferentsiia — II International scientific-practical conference*. (Vol. 1, p. 208–210). Pavlodar [in Russian].
- 3 Urumov, T.M. (1994). Kratkaia heohraficheskaia i klimatolohicheskaia kharakteristika Zhezkazhanskogo promyshlennogo raiona [Brief geographical and climatological characteristics of the Zhezkazgan industrial region]. *Bolshoi Zhezkazhan — Big Zhezkazgan*. Almaty: Polihrafkombinat [in Russian].
- 4 Maksutova, P.A., Dyusekeeva, S.E., & Kulmaganbetova, A.O. (2005). *Fizicheskaiia heohrafiia Karahandinskoi oblasti* [Physical geography of Karaganda region]. Karaganda [in Russian].
- 5 Konkabayeva, A.E., & Ishmuratova, M.Yu. (2016). *Otsenka nakopleniia tiazhelykh metallov v pochve, vode i rasteniakh promyshlennykh rehiionov Karahandinskoi oblasti* [Assessment of heavy metals accumulation in soil, water and plants of industrial regions of Karaganda region]. Karaganda: Polihrafist [in Russian].
- 6 Selivanova, K.M., Chekalin, S.V. & Bizhanova, G.K. (2007). Analiz fakticheskogo ispolzovaniia drevesnykh rastenii v ozelenenii naselennykh punktov v zonakh severnykh pustyn, opustynennykh stepei i sukhikh stepei Tsentralnogo Kazakhstana [Analysis of actual use of woody plants in landscaping of settlements in zones of northern deserts, deserted steppes and dry steppes of the Central Kazakhstan]. Proceedings from Plant World and its Protection: *Mezhdunarodnaia konferentsiia, posviashchennaia 75-letiiu Instituta botaniki i fitointroduktsii — International Conference Dedicated to the 75th Anniversary of the Institute of Botany and Phytointroduction*. (p. 259–262). Almaty [in Russian].
- 7 Bukharina, I.L., Povarnitsina, T.M. & Vedernikov, K.E. (2007). *Ekoloho-biolohicheskie osobennosti drevesnykh rastenii v urbanizirovannoi srede* [Ecological-biological features of woody plants in urbanized environment]. Izhevsk: Izhevskaiia GSHA [in Russian].
- 8 Latypova, A.A., & Kagarmanov, I.R. (2012). Metodicheskie osobennosti issledovaniia biolohii i ekolohii topolia beloho [Methodological features of the study of biology and ecology of white poplar]. *Vestnik Udmurtskogo universiteta. Serii Biolohiia — Bulletin of Udmurt University. Series Biology*, 4, 34–40 [in Russian].
- 9 Bajtulin, I.O., & Rubanik, I.G. *Introduktsiia derevev i kustarnikov v Kazakhstane* [Introduction of trees and shrubs in Kazakhstan]. Alma-Ata: Nauka [in Russian].
- 10 *Prohramma i metodika sortoizucheniia plodovykh, yahodnykh i orekhoplodnykh kultur* [Program and Method of Fruit, Berry and Walnut Crops]. (1999). Orel: Publ. ARRI of selection of fruit culture [in Russian].
- 11 Kuznetsov, V.V., & Dmitrieva, G.A. (2006). *Fiziolohiia rastenii* [Plant physiology]. Moscow: Vysshiaia shkola [in Russian].
- 12 (2010–2018). *Ekolohicheskaia obstanovka v Karahandinskoi oblasti. Dannye Oblastnogo statupravleniia* [Environmental situation in Karaganda region. Regional State Administration Data]. Karaganda [in Russian].
- 13 Klimchuk, A.T. (2017). Hazoustoichivost nekotorykh vidov drevesnykh rastenii vblizi promyshlennykh predpriatii Zhezkazhanskogo rehiiona v sviazi s ikh vodnym rezhimom i zasukhoustoichivostiu [Gas resistance of some species of woody plants near industrial enterprises of the Zhezkazgan region due to their water regime and drought resistance]. *Problemy sovremennoi nauki i obrazovaniia — Problems of science and education*, 12(94), 22–24 [in Russian].
- 14 Initskii, O.A. (1994). Optimizatsiia vodnoho rezhima kulturnykh rastenii i obespechivaiushchaia ee sistema monitorinha [Optimization of the aquatic regime of cultivated plants and its monitoring system]. *Extended abstract of doctor's thesis*. Kiev [in Russian].



Н.Х. Серғалиев<sup>1\*</sup>, Б.Т. Сариев<sup>2</sup>, А.Н. Туменов<sup>3</sup>, С.С. Бакиев<sup>4</sup>

<sup>1</sup>М. Өтемісов атындағы Батыс Қазақстан университеті, Орал, Қазақстан;

<sup>2</sup>Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті, Орал, Қазақстан;

<sup>3</sup>Балық шаруашылығы ғылыми-өндірістік орталығы, Орал, Қазақстан;

<sup>4</sup>Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

\*Хат-хабарларға арналған автор: nurlan-sergaliev@yandex.ru

## Украиндық тұқы балықтарының уылдырықтарын жасанды жолмен алу, ұрықтандыру және инкубациялау нәтижелері

Мақалада жасанды ортадағы тұйық жүйелі сумен қамтамасыз ету қондырғылары (ТЖСҚЕК) жағдайында өсірілген украиндық тұқы балықтарының жасанды көбею нәтижелері келтірілген. Оңтайлы температура мен оттегі режимін, сумен жабдықтау циклі бар қондырғылар жағдайында азықтандыру нормаларын құру есебінен балықтардың жыныстық жетілу мерзімі қысқарады. Зерттеуге ТЖСҚЕК жағдайында өсірілген және жыныстық жетілуге жеткен украиндық тұқы балықтары алынды. Жыныс өнімдері уылдырық пен шоғалды — алу зертханалық жағдайда стерильді ыдыстар мен зертханалық құралдарды пайдалана отырып жүргізілді. Жыныстық өнімдерді алу кезінде уылдырық пен ұрықтың сапасы балдық шкала бойынша анықталды. Уылдырықты ұрықтандыру үшін тікелей сапасы 4 және 5 балға сәйкес келетін украиндық тұқы балықтарының ұрықтары қолданылды. Кейін ұрықтандырылған уылдырық «Вейс» аппаратының колбаларында майсыз сүт пен барботаждың көмегімен шылымсыздандырылды. «Вейс» аппаратының колбаларында тұқы тұқымдас балықтарының ұрықтандырылған уылдырықтарын инкубациялау кезіндегі негізгі көрсеткіштер зерттелді. Инкубациялау кезіндегі уылдырықтардың даму ұзақтығына әсер ететін жекеленген температуралар сарапталып сараланды. Мақалада инкубациялық жұмыстары үшін ең қолайлы параметрлер зерттеліп, температура 20–22 °С тең келіп, ал оттегі мөлшері тұрақты түрде 6–8 мг/л болса инкубациялық жұмыстардың нәтижесі зертханалық жағдайда сәтті өтетіні анықталды. Осы критерийлерді сақтай отырып жұмыстану кезінде украиндық тұқы балығы уылдырықтарының ұрықтану пайызы 75–80 % құрады. Бір аналықтан алынған үш тәуліктік дернәсілдердің шығымы 100–250 мың дана.

*Кілт сөздер:* украиндық тұқы, инкубация, ұрықтандыру, шылымсыздандыру, украиндық тұқы балықтарының дернәсілдері, «Вейс» аппараты.

### *Kipicne*

Тұқы — балық өсіру шаруашылықтарының ең маңызды объектілерінің бірі. Олар Европа және Азия елдерінің балық шаруашылықтарында кеңінен қолданылады. Мәдениеттендіру процестері нәтижесінде олардың морфологиялық белгілері өзгерді. Қазіргі тұқы тұқымдары өздерінің жоғарғы сапалы өнімділігімен ерекшеленеді. Яғни, жылдам өсуі, жасанды азықтарды жақсы қабылдауы, жоғары төлдегіштігі [1–9].

Тұқы балықтары аулану түрі жағынан реттеусіз болып келеді. Реттеусіз аулану мөлшеріне байланысты бүгінгі таңда тұқы балықтарының популяциясының күрт төмендеуіне әкелуде. Табиғи су қоймаларында мекендейтін тұқы балықтарының популяциясының сандық әсеріне күрт теріс әсер ететін негізгі факторлардың бірі қарақшылық (заңсыз балық аулау). Өзендерді реттеу және ауылшаруашылық қажеттіліктері үшін су ресурстарын пайдалану сияқты антропогендік факторлардың әсері тұқы балық түрлерінің табиғи жағдайда өз-өзінен көбеюіне кедергі келтіреді.

Өңіріміздің ішкі суларындағы балықтар қорының төмендеуі, қазіргі кезде балық өнімділігін көтеруге бірден бір себепші болып отыр. Балық өнімділігін көтерудің ең тиімді тәсілі индустриалды аквакультура болып тұр. Судың температуралық және оттегі жағдайларына оңтайлы жағдай жасау, сондай-ақ азықтандыру нормаларын оңтайландыру арқылы жасанды жағдайда өсіру кезінде балықтардың жыныстық жетілу мерзімі бірнеше есе қысқарады [10–16].

Осыған байланысты, тұқы балықтарының жасанды көбеюіне бағытталған жұмыстар аквакультура және жалпы балық шаруашылығы саласында өзекті болып табылады.

Жұмыста жасанды ортадағы тұйық жүйелі сумен қамтамасыз ету қондырғылары жағдайында (ТЖСҚЕК) өсірілген украиндық тұқы балықтарының жасанды көбеюі жұмыстарының нәтижелері келтірілген.

*Материалдар мен зерттеу әдістері*

Зерттеу жұмыстарына Жәңгір хан атындағы БҚАТУ-нің Ғылым басқармасы ҒЗИ-ның «Ихтиология және аквакультура» зертханасындағы украиндық тұқы балықтарының жоғарғы жұмысшы топтары алынды. Зерттеу жұмыстары 2019 жылдың мамыр айында жүргізілді.

Тұйық жүйелі сумен қамтамасыз ету қондырғыларында жасанды өсіру биотехникасы бірнеше биотехникалық процестер мен келесі этаптарды құрайды:

- уылдырықтау алдында өндіргіштерді ұстау;
- өндіргіштердің пісіп-жетілуі үшін гормоналды ынталандыру;
- инъекциядан кейін өндіргіштерді ұстау;
- пісіп-жетілген жыныс өнімдерін алу;
- уылдырықтарды ұрықтандыру және шылымсыздандыру;
- уылдырықтарды инкубациялау;
- дернәсілдердің шығуы және оларды сыртқы қоректенуге дейін ұстап өсіру;
- табиғи суларға жіберу.

Балық уылдырықтарымен шоғалдарын алу, сонымен қатар уылдырықтарды ұрықтандыру зертханада жүргізілді. Уылдырықтармен шоғал алатын ыдыстар құрғақ болуы шарт. Әрбір аналықтан алынған уылдырықтар араластырылмай жекеленген бөлек ыдыстарға алынды және алынған уылдырықтар өлшеніп жалпы көлемі анықталып отырды. Аналықтардан сығып алынған уылдырық ұрықтандыруға өзінің сапасын 30–45 минут аралығында жоғалтпайды [17]. Уылдырық алынған ыдыстың беті газды сеткамен жабылды.

*Зерттеу жұмыстары мен нәтижелері*

Алынған уылдырықтармен шоғалдарға судың қосылмауы қадағаланып отырды, өйтпеген жағдайда су араласып кетсе жақсы сападағы уылдырықтармен шоғалдар ұрықтану процесіне ертерек түсіп, белсенді ұрықтану қасиетін жоғалтып алады.

Пісіп-жетілген аналықтарды балық аулау сачоктар көмегімен аулап, уылдырық беретін аналық саңылауларын саусақ ұшымен баса отырып уылдырықтың шашылып қалмауына көңіл бөлінді. Ауланған аналықтарды құрғақ марліге орап уылдырық беретін жерлерін құрғақ шүберекпен шырыштарынан тазартып, сүртіп уылдырығын сығып алуға дайындалды. Аналықтың шүберекпен оралған құйрық бөлігі сол қолмен қысып ұсталды, ал балықтың бас жақ бөлігі оң қолдың шынтағымен ыңғайлы етіп басылып тұрды. Балықтың уылдырық беретін жыныс саңылау орыны уылдырықты сығып алатын ыдыстың шетіне ілігіп тұрды, өйткені алынған уылдырықтар ыдыстың ортасына нақты түспей, ыдыс қабырғасымен ығысып барып ыдыс түбінен жинақталуы қажет болатын. Жақсы пісіп-жетілген аналық балықтар уылдырықтарының көп бөлігі балықтарды қыспай-ақ өз-өздігінен бөлініп отырды. Балық бойындағы қалған уылдырықтар балықтардың кеуде бөлігінен бүйір бөлігіне қарай жеңіл массаждай отырып, сығып алынды. Осы бағыттағы сығып алу жұмысы түйіршіктеліп, біріккен уылдырықтар мен қан араласып шыға бастаған кезде тоқтатылды.

Аналықтардан уылдырықтарды сығып алғаннан кейін аталықтардан шоғал алуға кірістік. Әрбір аталық балықтардың шоғал сапасының әр түрлі болатынын ескере отырып, әрбір аталықтан алынған шоғалдар жекеленген колбалы ыдыстарға сығып алынды. Сонымен қатар әрбір аталық шоғалдарының сапасы анықталып отырды.

Ол үшін төсеніш шыныға шоғалдың тамшыдан төмен бір бөлігі тамызылып, оның қасына үлкен тамшы су дайындап қояды. Микроскоппен бақылай отырып, шоғалдар көрінгенше үлкейте отырып сумен шоғалды араластырады. Шоғалдар суға түскеннен кейін тез қозғалғыш болады және сумен араласқан жердің барлығына тарап кетеді. Шоғалдардың қозғалғыш жылдамдықтағы дәрежелері бес балдық шкала арқылы анықталды [18].

Сперматозойдтары тез жылдамдықтағы және көпшілігі қозғалыстағы балық шоғалдары жақсы сапада деп саналады. Олардың сапасы 4 және 5 балл деп бағаланды және олар ұрықтандыруға белсенді немес жарамды болып саналады [19]. Ал кейбір шоғалдардағы сперматозойдтарының көпшілігі төменгі қозғалыста болса немесе қозғалыссыз күйде болатын болса ол ұрықтандыру процесіне жарамсыз болады.

0,5 л уылдырықты ұрықтандыру үшін 2–3 мл шоғалды уылдырыққа араластырылды (1-сурет.).

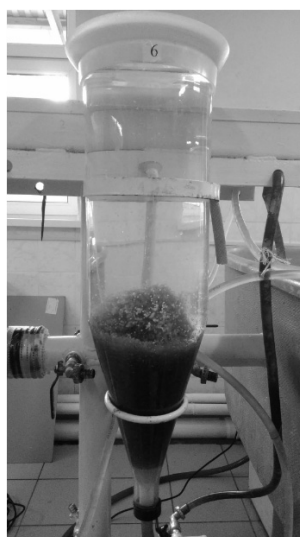


1-сурет. Украиндық тұқы балықтарының уылдырығын ұрықтандыру

Осыдан кейін ұрықтандырылған уылдырықтар шылымсыздандырылды.

«Вейс» аппаратының колбаларына 2–3 л шылымсыздандыру сұйықтықтарын құяды, ол үшін сиыр сүтін (1:5) ара қатынасында сумен араластырып, содан кейін барботажды көпірту үшін компрессорды қосады. Бұл процесті уылдырықтарды ұрықтандырмас бұрын дайындап алады. Бұдан кейін ұрықтандырылған уылдырықтарды шылымсыздандыру үшін «Вейс» аппараты колбаларына салады. Салу кезінде суды көпірткіш ауаның көп немесе аз болмауын бақылау үшін крандық реттегішпен көпірткіш ауаны реттеп отырады. Өйткені шылымсыздануға түскен уылдырық қарқынды араласу керек, сонымен қатар колба қабырғасына шашырап жабысып қалмауы қажет. Егер уылдырықтар колба қабырғасына шашырап жабыса бастаса құс қанатынан дайындалынған сыпырғышпен сүртіп алып тастау керек.

Ауа таратқышты жылжымалы етіп немесе «Вейс» құрылғысына арналған тірекпен бірге орнатуға болады. Қосқышы бар резеңке шлангалар мен тройниктердің көмегімен «Вейс» аппараттары су және ауа тарату құбырларымен бір уақытта қосылды. Уылдырықты салмас бұрын «Вейс» аппаратында әлсіз су ағыны (0,5 л/мин) орнатылды (2-сурет.).



2-сурет. «Вейс» аппаратында ұрықтандырылған уылдырықтың инкубациялық кезеңі

Әр аппаратқа орта есеппен 300–400 мың ұрықтандырылған уылдырық салынды — шамамен 400 г (1-кесте).

**«Вейс» аппаратында уылдырықты инкубациялаудың негізгі параметрлері**

Аппараттың сыйымдылығы	8 л
Уылдырықты бір аппаратқа салу	300–400 мың дана
	400 г
Бір аппаратқа су шығыны	0,05–0,08 л/с
Оттегінің мөлшері	6–8 мг/л
Инкубациялық кезеңдегі эмбриондардың тірі қалуы	50 %
Уылдырықты ұрықтандыру	75–80 %
Үш тәуліктік дернәсілдердің бір аналықтан шығуы	100–250 мың дана

1-кестеге сәйкес уылдырықты ұрықтандыру 75–80 % шегінде болды, «Вейс» аппаратының бір колбасына 400 г ұрықтандырылған уылдырықты салынды, инкубацияның барлық кезеңінде оттегінің мөлшері 6-дан 8 мг/л аралығында болды.

Ұрықтанған уылдырықтың даму ұзақтығына қатты әсер ететін параметр — бұл температуралық жағдай. Эмбриондардың дамуы үшін оңтайлы температура 20–22 °С құрайды (2-кесте).

**Әр түрлі температурада уылдырықтың даму ұзақтығы**

Кезеңдегі судың температурасы	Даму ұзақтығы, инкубация, °С күн
22	2,5–3
20	3,5–4
18	4,5–6
16-дан төмен	7-ден астам

Уылдырықтардың ұрықтану пайызы ұрықтандырылғаннан кейінгі ертеңгі күні анықталды. Бассейнге қойылған газдық сеткаларға бір қалыпта жайылып төселген ұрықтандырылған уылдырықтар саны есептелінді. Дамымай келе жатқан уылдырықтар әдетте мөлдір болмайды. Егер 100 немесе одан да көп уылдырық болса, дамып келе жатқан эмбриондардың пайызы есептелді. Уылдырықтардың ұрықтануы 75–80 % аралығында болды. Тұқының эмбриондық кезеңі 3–6 күнге созылды.

20 °С орташа температурада уылдырықтың бөлінуі ұрықтанудан 1–1,5 сағаттан кейін басталды, гастрюляция 3–4 сағаттан кейін, алғашқы соматикалық сегменттердің пайда болуы 15–16 сағаттан кейін басталды. Эмбриондардың қозғалғыштығы 25 сағаттан кейін тіркелді, жүзу көпіршігінің ауамен толтырылуы дернәсілдерді босатудан 37–40 сағаттан кейін байқалды (3-сурет).

Дернәсілдерді аулау газды тор аулармен және сачоктар көмегі арқылы жүргізілді.



3-сурет. Дернәсілдердің шығу кезеңі

### Қорытынды

Бүгінгі таңда тұқы балықтарын жасанды өсіру өте жеткілікті жоғары деңгейде. Тұқы балықтарын жасанды өсіруге мыналар кіреді: өндіргіштерді өсіру және дайындау технологиясы, олардан жыныстық өнімдер алу, ұрықтандыру, шылымсыздандыру және инкубация. Балық өсірудің өнеркәсіптік әдістерімен уылдырық эмбриондардың дамуына қолайлы жағдай туғызатын етіп жасалған арнайы аппараттарда инкубацияланады. Осылайша, тұқы балықтарын уылдырығын ұрықтандыру пайызы 75–80 % құрады, бір аналықтан үш күндік дернәсілдердің шығуы 100–250 мың дана аралығында болды.

### Әдебиеттер тізімі

- 1 Серғалиев Н.Х. Аквакультура: оқу құр. / Н.Х. Серғалиев, Б.Т. Сариев, А.Н. Туменов. — Орал, 2014. — 23 б.
- 2 Sivakumaran K.P. Maturation and Reproductive Biology of Female Wild Carp, *Cyprinus carpio*, in Victoria, Australia / K.P. Sivakumaran, P. Brown, D. Stoessel, A. Giles // *Environmental Biology of Fishes*. — 2003. — Vol. 68. — P. 321–332. <https://doi.org/10.1023/A:1027381304091>.
- 3 Saikia S.K. Feeding ecology of common carp (*Cyprinus carpio* L.) in a rice–fish culture system of the Apatani plateau (Arunachal Pradesh, India) / S.K. Saikia, D.N. Das // *Aquat Ecol.* — 2009. — Vol. 43. — P. 559–568. <https://doi.org/10.1007/s10452-008-9174-y>.
- 4 Woynarovich A. Better management practices for carp production in Central and Eastern Europe, the Caucasus and Central Asia / A. Woynarovich, P.B. Bueno, O. Altan, Z. Jeney, M. Reantaso, Y. Xin-hua, R.V. Anrooy // *Food and Agriculture Organization*. — 2011. — Vol. 566. — 172 p.
- 5 Cuddington K. Could an Asian carp population establish in the Great Lakes from a small introduction? / K. Cuddington, W.J.S. Currie, M.A. Koops // *Biol. Invasions*. — 2014. — Vol. 16. — P. 903–917. <https://doi.org/10.1007/s10530-013-0547-3>.
- 6 Rahman M.M. Role of common carp (*Cyprinus carpio*) in aquaculture production systems / M.M. Rahman // *Frontiers in Life Science*. — 2015. — Vol. 8:4. — P. 399–410. <https://doi.org/10.1080/21553769.2015.1045629>
- 7 Horváth L. Training manual on the artificial propagation of carps. A handout for on-farm training workshops on artificial propagation of common carp and Chinese major carps in Central and Eastern Europe, the Caucasus and Central Asia. Second revised edition / L. Horváth, G. Tamás, A.G. Coche, E. Kovács, T. Moth-Poulsen, A. Woynarovich // *Food and Agriculture Organization of the United Nations*. — Budapest. — 2015. — 32 p.
- 8 Réalis-Doyelle E. How climate change may affect the early life stages of one of the most common freshwater fish species worldwide: the common carp (*Cyprinus carpio*) / E. Réalis-Doyelle, A. Pasquet, P. Fontaine, F. Teletchea // *Hydrobiologia*. — 2018. — Vol. 805. — P. 365–375. <https://doi.org/10.1007/s10750-017-3324-y>.
- 9 Taher M. Growth Performance of Common Carp (*Cyprinus carpio*) in Earthen Ponds in Basrah Province, Iraq by Using Different Stocking Densities / M. Taher, A. Al-Dubakel // *Bio. Appl. Environ. Res.* — 2020. — Vol. 4(1). — P. 71–79.
- 10 Hinojosa-Garro D. Interactions of common carp (*Cyprinus carpio*) with benthic crayfish decapods in shallow ponds / D. Hinojosa-Garro, L. Zambrano // *Hydrobiologia*. — 2004. — Vol. 515. — P. 115–122. <https://doi.org/10.1023/B:HYDR.0000027323.77213.39>.
- 11 Жигин А.В. Интегрированные технологии в замкнутых системах / А.В. Жигин // *Аквакультура и интегрированные технологии: проблемы и возможности*. — 2005. — Т. 1, Вып. 45. — 52 с.
- 12 Поляков А.Д. Технология непрерывного выращивания товарного карпа / А.Д. Поляков, Г.Т. Бузмаков // *Успехи современного образования*. — 2007. — № 12. — С. 161–163.
- 13 Krupska J. Effects of grass carp introduction on macrophyte communities in a shallow lake / J. Krupska, M. Petechaty, A. Pukacz, P. Ossowski // *Ocean and Hydro*. — 2012. — Vol. 41. — P. 35–40. <https://doi.org/10.2478/s13545-012-0004-4>.
- 14 Серғалиев Н.Х. Эффективность применения синтетических препаратов, стимулирующих созревание половых продуктов у производителей леща в зависимости от температуры преднерестового выдерживания / Н.Х. Серғалиев, А.Н. Туменов, Б.Т. Сариев, А.А. Жанғалиев // *Новости науки Казахстана*. — 2014. — № 4(122). — 105 с.
- 15 Źarski D. Application of different activating solutions to in vitro fertilization of crucian carp, *Carassius carassius* (L.), eggs / D. Źarski, A. Horváth, G. Bernáth, K. Palińska-Źarska, S. Krejszef, T. Müller, D. Kucharczyk // *Aquacult Int*. — 2014. — Vol. 22. — P. 173–184. <https://doi.org/10.1007/s10499-013-9692-z>.
- 16 Brzuska E. Characteristics of the reproduction effectiveness of four Hungarian breeding lines of carp *Cyprinus carpio* (L.) / E. Brzuska // *Aquacult Int*. — 2014. — Vol. 22. — P. 149–158. <https://doi.org/10.1007/s10499-013-9675-0>.
- 17 Капитонова И.Г. Рыбоводная и биохимическая характеристика молоди карпа, выращенной при разной температуре / И.Г. Капитонова // *Сб. науч. тр. ГосНИОРХ*. — 1979. — № 143. — С. 61–74.
- 18 Кривцов В.Ф. Современное оборудование для инкубации икры и подращивания личинок как средство оптимизации искусственного воспроизводства / В.Ф. Кривцов. — Адлер, 2000. — С. 30–32.
- 19 Виноградов В.К. Рыбохозяйственное освоение растительноядных ещё впереди / В.К. Виноградов, А.М. Багров // *Рыбоводство и рыболовство*. — 2000. — № 3. — С. 3–5.

Н.Х. Сергалиев, Б.Т. Сариев, А.Н. Туменов, С.С. Бакиев

**Результаты искусственного отбора, оплодотворения и инкубации икры украинских карповых рыб**

В статье представлены результаты искусственного воспроизводства украинских карповых рыб, выращиваемых в условиях установок с замкнутым циклом водоснабжения (УЗВ). За счет создания оптимальных температурного и кислородного режимов, норм кормления в условиях установок с замкнутым циклом водоснабжения сокращаются сроки половой зрелости рыб. В исследованиях использованы особи украинских карповых рыб, выращиваемых в условиях УЗВ, достигших половой зрелости. Отбор половых продуктов икры и спермы проводили в лабораторных условиях, с использованием стерильной посуды и лабораторных приборов. При получении половых продуктов определяли качество икры и спермы по шкале баллов. Непосредственно для осеменения икры использовали сперму самцов украинских карповых рыб, качество которых соответствовало 4 и 5 баллам. Затем оплодотворенную икру обесклеивали при помощи обезжиренного молока и барботажа в колбах аппарата Вейса с последующей инкубацией. Авторами были изучены основные параметры при инкубации оплодотворенной икры украинских карповых рыб в колбах аппарата Вейса. Проанализировано непосредственное температурное влияние на продолжительность развития икры при инкубации. Представлены наиболее благоприятные параметры для инкубации в лабораторных условиях, при которых оптимальная температура составляла 20–22 °С, а содержание кислорода равнялось 6–8 мг/л. При работе с соблюдением данных критериев процент оплодотворения икры украинских карповых рыб составил 75–80 %. Выход трехсуточных личинок от одной самки соответствовал 100–250 тыс. штук.

*Ключевые слова:* украинский карп, инкубация, оплодотворение, обесклеивание, личинки украинских карповых рыб, аппарат Вейса.

N.H. Sergaliyev, B.T. Sariev, A.N. Tumenov, S.S. Bakiyev

**Results of artificial selection, fertilization and incubation of roe (eggs) of ukrainian carp fish**

The article presents the results of artificial reproduction of ukrainian carp fish grown in the conditions of recirculating aquaculture systems (RAS). Due to the creation of optimal temperature and oxygen conditions, feeding rates in the conditions of installations with a closed water supply cycle, the time of sexual maturity of fish is reduced. The study used individuals of ukrainian carp fish that have reached sexual maturity, reared under RAS. The selection of the reproductive products of eggs and sperm was carried out in laboratory conditions using sterile glassware and laboratory instruments. When receiving reproductive products, the quality of eggs and sperm was determined on a scale of points. Directly for the insemination of eggs, we used sperm from males of Ukrainian carp fish whose quality corresponded to 4 and 5 points. Then the fertilized eggs were de-glued by means of skim milk and bubbling in the flasks of the «Weiss» apparatus with subsequent incubation. The main parameters of the incubation of fertilized eggs of the Ukrainian carp fish in the flasks of the «Weiss» apparatus have been studied. The direct temperature influence on the duration of development of eggs during incubation was analyzed. The article presents studies of the most favorable parameters for incubation in the laboratory conditions at which the optimal temperature was 20–22 °C, and the oxygen content from 6 to 8 mg/l. When working with these criteria, the percentage of fertilization of ukrainian carp fish eggs was 75–80 %. The yield of three-day larvae from one female corresponded to 100–250 thousand pieces.

*Keywords:* ukrainian carp, incubation, fertilization, de-gluing, larvae of ukrainian carp fish, «Weiss» apparatus.

**References**

- 1 Sergaliyev, N.H., Sariev, B.T., & Tumenov, A.N. (2014). *Akvakultura [Aquaculture]*. Uralsk [in Kazakh].
- 2 Sivakumaran, K.P., Brown, P., Stoessel, D., & Giles, A. (2003). Maturation and Reproductive Biology of Female Wild Carp, *Cyprinus carpio*, in Victoria, Australia. *Environmental Biology of Fishes*, 68, 321–332. <https://doi.org/10.1023/A:1027381304091>.
- 3 Saikia, S.K., & Das, D.N. (2009). Feeding ecology of common carp (*Cyprinus carpio* L.) in a rice–fish culture system of the Apatani plateau (Arunachal Pradesh, India). *Aquat Ecol*, 43, 559–568. <https://doi.org/10.1007/s10452-008-9174-y>.
- 4 Woynarovich, A., Bueno, P.B., Altan, O., Jeney, Z., Reantaso, M., Xin-hua, Y. & Anrooy R.V. (2011). Better management practices for carp production in Central and Eastern Europe, the Caucasus and Central Asia. *Food and Agriculture Organization*, 566, 172.
- 5 Cuddington, K., Currie, W.J.S., & Koops, M.A. (2014). Could an Asian carp population establish in the Great Lakes from a small introduction? *Biol. Invasions*, 16, 903–917. <https://doi.org/10.1007/s10530-013-0547-3>.

- 6 Rahman, M.M. (2015). Role of common carp (*Cyprinus carpio*) in aquaculture production systems. *Frontiers in Life Science*, 8(4), 399–410. <https://doi.org/10.1080/21553769.2015.1045629>
- 7 Horváth, L., Tamás, G., Coche, A.G., Kovács, É., Moth-Poulsen, T., & Woynarovich, A. (2015). Training manual on the artificial propagation of carps. A handout for on-farm training workshops on artificial propagation of common carp and Chinese major carps in Central and Eastern Europe, the Caucasus and Central Asia. Second revised edition. *Food and Agriculture Organization of the United Nations*, Budapest, 32.
- 8 Réalis-Doyelle, E., Pasquet, A., Fontaine, P., & Teletchea, F. (2018). How climate change may affect the early life stages of one of the most common freshwater fish species worldwide: the common carp (*Cyprinus carpio*). *Hydrobiologia*, 805, 365–375. <https://doi.org/10.1007/s10750-017-3324-y>.
- 9 Taher, M., & Al-Dubakel A. (2020). Growth Performance of Common Carp (*Cyprinus carpio*) in Earthen Ponds in Basrah Province, Iraq by Using Different Stocking Densities. *Bio. Appl. Environ. Res*, 4(1), 71–79.
- 10 Hinojosa-Garro, D., & Zambrano, L. (2004). Interactions of common carp (*Cyprinus carpio*) with benthic crayfish decapods in shallow ponds. *Hydrobiologia*, 515, 115–122. <https://doi.org/10.1023/B:HYDR.0000027323.77213.39>.
- 11 Zhigin, A.V. (2005). Intehrirovannye tekhnologii v zamknytykh sistemakh [Integrated technologies in closed systems]. *Akvakultura i intehrirovannye tekhnologii: problemy i vozmozhnosti — Aquaculture and integrated technologies: problems and opportunities*, 1, 45, 52 [in Russian].
- 12 Polyakov, A.D., & Buzmakov, G.T. (2007). Tekhnologii bespreryvnoho vyrashchivaniia tovarnoho karpa [Technology of continuous cultivation of commercial carp]. *Uspekhi sovremennogo obrazovaniia — The successes of modern education*, 12, 161–163 [in Russian].
- 13 Krupska, J., Pelechaty, M., Pukacz, A., & Ossowski, P. (2012). Effects of grass carp introduction on macrophyte communities in shallow lakes. *Ocean and Hydro*, 41, 35–40. <https://doi.org/10.2478/s13545-012-0004-4>.
- 14 Sergaliyev, N.H., Tumenov, A.N., Sariev, B.T., & Zhalgaliev, A.A. (2014). Effektivnost primeneniia sinteticheskikh preparatov, stimuliruiushchikh sozrevanie polovykh produktov u proizvoditelei leshcha v zavisimosti ot temperatury prednerestovogo vyderzhivaniia [The effectiveness of the use of synthetic drugs that stimulate the maturation of reproductive products in bream producers, depending on the temperature of pre-spawning holding]. *Novosti nauki Kazakhstana — News of Science of Kazakhstan*, 4(122), 105 [in Russian].
- 15 Žarski, D., Horváth, Á., Bernáth, G., Palińska-Žarska, K., Krejszeff, S., Müller, T., & Kucharczyk, D. (2014). Application of different activating solutions to in vitro fertilization of crucian carp, *Carassius carassius* (L.), eggs. *Aquacult Int.*, 22, 173–184. <https://doi.org/10.1007/s10499-013-9692-z>.
- 16 Brzuska, E. (2014). Characteristics of the reproduction effectiveness of four Hungarian breeding lines of carp *Cyprinus carpio* (L.). *Aquacult Int.*, 22, 149–158. <https://doi.org/10.1007/s10499-013-9675-0>.
- 17 Kapitonova, I.G. (1979). Rybovodnaia i biokhimičeskaia kharakteristika molodi karpa, vyrashchennoi pri raznoi temperatury [Fish breeding and biochemical characteristics of juvenile carp reared at different temperatures]. *Sbornik nauchnykh trudov GosNIORKh — Coll. of scientific works of St.SRILRF*, 143, 61–74 [in Russian].
- 18 Krivtsov, V.F. (2000). *Sovremennoe oborudovanie dlia inkubatsii ikry i podrashchivaniia lichinok kak sredstvo optimizatsii iskusstvennogo vosproizvodstva [Modern equipment for incubation of eggs and rearing of larvae as a means of optimizing artificial reproduction]*. Adler [in Russian].
- 19 Vinogradov, V.K., & Bagrov, A.M. (2000). Rybokhoziaistvennoe osvoenie rastitelnoiadnykh eshcho vpered [Fisheries development of herbivores is still ahead]. *Rybovodstvo i rybolovstvo — Fish farming and fishing*, 3, 3–5 [in Russian].

Н.А. Сейдалина<sup>1</sup>, С.Б. Ахметова<sup>1</sup>, М.К. Смагулов<sup>2</sup>, Г.А. Атажанова<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Медицинский университет Караганды, Казахстан;

<sup>2</sup>Карагандинский университет им. академика Е.А. Букетова, Казахстан

\*Автор для корреспонденции: g-atazhanova@mail.ru

## Определение антимикробной активности экстрактов из травы *Melissa officinalis* L.

Постоянный рост антибиотикоустойчивости бактерий создает необходимость для разработки антимикробных препаратов из экстрактов лекарственных растений. В статье впервые представлены результаты антимикробной активности экстрактов *Melissa officinalis* L. (мелисса лекарственная), полученных различными методами, в том числе и ультразвуковой экстракцией. Изучение антимикробной активности образцов проводилось по отношению к штаммам грамположительных бактерий *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, к грамотрицательным штаммам *Escherichia coli* и к дрожжевому грибку *Candida albicans*. Выявлено, что образцы водных экстрактов мелиссы лекарственной, полученные при настаивании и при экстракции ультразвуком, обладают выраженным антимикробным действием в отношении *Staphylococcus aureus*, ультразвуковые экстракты 30- и 90 %-спиртовые экстракты и водный экстракт активны в отношении *Staphylococcus aureus* и *Bacillus subtilis* и все образцы проявили слабую активность к грамотрицательной палочковидной бактерии *Escherichia coli*. Полученные данные могут быть использованы для разработки новых фитопрепаратов с выраженной антимикробной активностью.

*Ключевые слова:* антимикробная активность, грамположительные бактерии, дискодиффузионный метод, мелисса, ультразвуковая экстракция, *Melissa officinalis*.

### Введение

Во флоре Казахстана произрастает более 1000 эфиромасличных растений [1]. Большой интерес представляют некоторые виды из семейств *Lamiaceae*, *Apiaceae*, *Asteraceae*, которые раньше не изучались, или по которым имеются только краткие сведения о химическом составе и биологических свойствах. В этом отношении интерес представляет семейство *Lamiaceae* Lindl., являющееся одним из крупнейших во флоре Казахстана. Так, на территории республики в данном семействе насчитывается 233 вида, объединенных в 45 родов [2]. Растения данного семейства, богатые эфирными маслами и полифенольными соединениями, в течение многих столетий используются для лечения бактериальных заболеваний [3–10].

Род мелисса (*Melissa* L.) относится к семейству *Lamiaceae*; наиболее ценным видом является мелисса лекарственная (*Melissa officinalis* L.). В Республике Казахстан вид не произрастает, но культивируется в предгорьях Заилийского и Джунгарского Алатау [2]. Ввиду широкого применения ее в медицине, парфюмерно-косметической и пищевой промышленности, мелиссу лекарственную также культивируют во многих странах мира. *Melissa officinalis* является фармакопейным растением в Республике Казахстан [11], официально применяется в качестве лекарственного средства. Основными видами фармакологической активности травы мелиссы лекарственной считаются седативная, противовирусная, антиоксидантная, антибактериальная, противовоспалительная [12].

Ранее были изучены антимикробные свойства эфирного масла и различных экстрактов из *Melissa officinalis*. Эфирное масло обладало выраженной антимикробной активностью против пяти патогенных бактерий человека, одного дрожжевого *Candida albicans* и двух фитопатогенных грибов [13]. Выявлена эффективная антибактериальная активность против мультирезистентного штамма *Shigella sonnei* [14, 15], а также выраженная антимикробная активность этанольного экстракта *Melissa officinalis* [16].

В настоящее время возрастает потребность в мелиссе лекарственной из-за ее биологической ценности. Исходя из сказанного выше, цель настоящей работы — оценка антимикробной активности экстрактов из травы мелиссы лекарственной, полученной разными методами.



*Объекты и методы исследований*

Для экстрагирования воздушно-сухого сырья *Melissa officinalis* применяют воду, этиловый спирт различной концентрации (30, 50, 70 и 96 %). Измельченную (3–5 мм) траву Melissa лекарственной (20,0 г) экстрагировали двадцатикратным количеством воды или этилового спирта методом настаивания. Для полного истощения сырья экстракцию проводили в три этапа, из которых первое и второе настаивания производили при комнатной температуре в течение двух суток, третья экстракция была термической — 1 ч при 90 °С с обратным холодильником. Полученные извлечения объединяли и упаривали под вакуумом при температуре не выше 60 °С [17].

Нами впервые для извлечения суммы экстрактивных веществ из травы Melissa лекарственной применена ультразвуковая экстракция. 20,0 г травы Melissa лекарственной помещали в емкость для экстрагирования и заливали экстрагентом — водой, смесью этиловый спирт–вода, в соотношении 1:20 об./об. Ультразвуковую экстракцию сырья проводили без замачивания на установке Ultrasonic Cleaner Sonic-3 при частоте ультразвукового излучения 40 кГц, при комнатной температуре (20–22 °С), в течение 30 мин. Затем жидкий экстракт сливали и экстракцию повторяли еще 1 раз при тех же условиях. Экстракцию также проводили 30, 50, 70 и 90-процентным этиловым спиртом.

Полученные объединенные жидкие экстракты Melissa лекарственной фильтровали через бумажный фильтр. Фильтрат жидкий экстракт Melissa лекарственной заливали в роторный испаритель и проводили упаривание экстрагента при температуре 50 °С, получили густой экстракт Melissa лекарственной. Остаточный растворитель из густого экстракта выпаривали на водяной бане при температуре 60 °С. Получены сухие ультразвуковые экстракты Melissa лекарственной, которые представляют собой густую массу темно-зеленого цвета со специфическим запахом.

Скрининг образцов на антимикробную активность проведен на штаммах грамположительных бактерий *Staphylococcus aureus* ATCC 6538, *Bacillus subtilis* 19659<sup>TM</sup> и грамотрицательного штамма *Escherichia coli* ATCC 8739 и к дрожжевому грибку *Candida albicans* 10231<sup>TM</sup> дискодиффузионным методом [18]. В качестве препаратов сравнения, согласно требованиям ГФ РК, использовали стандартные — бензилпенициллин для бактерий и нистатин для дрожжевого грибка *C. albicans*. Жидкой питательной средой согласно ГФ РК являлся питательный агар [19].

Для проведения исследования готовили взвесь, содержащую стандартное количество жизнеспособных клеток бактерий, которую засеивали газон на поверхность питательной среды в чашки Петри. На стерильные диски из фильтровальной бумаги наносили 0,01 мл образца. Диски с препаратами накладывали на посев на расстоянии 2,5 см от центра чашки по кругу (на одну чашку 4 диска). Посевы инкубировали 24 ч при 36 °С. После инкубации, на фоне равномерного бактериального газона вокруг дисков образовывались зоны полного и частичного подавления роста бактерий. Учет результатов осуществляли путем измерения диаметра зон подавления роста.

Антимикробная активность образцов оценивалась по диаметру зон задержки роста тест-штаммов (мм). Диаметр зон задержки роста меньше 10 мм и сплошной рост в чашке оценивали как отсутствие антибактериальной активности, 10–15 мм — слабая активность, 15–20 мм — умеренно выраженная активность, свыше 20 мм — выраженная. Каждый образец испытывался в трех параллельных опытах [20, 21].

*Результаты и их обсуждение*

В таблице представлены результаты исследования антимикробной активности водных и водно-этанольных экстрактов, полученных из воздушно-сухого сырья *Melissa officinalis* методом настаивания и с применением ультразвукового воздействия.

Из приведенных в таблице данных следует, что образцы водных экстрактов Melissa лекарственной, полученные при настаивании и при экстракции ультразвуком, обладают выраженным антимикробным действием в отношении *Staphylococcus aureus*, ультразвуковые экстракты 30 и 90 % спиртовые экстракты, а также водный экстракт активны в отношении *Staphylococcus aureus* и *Bacillus subtilis*. Все образцы проявили слабую активность к грамотрицательной палочковидной бактерии — кишечной палочке *Escherichia coli*. Кроме того, была выявлена слабая антимикробная активность всех образцов в отношении *Candida albicans*.

Антимикробная активность исследуемых образцов экстрактов, мм

Наименование образцов	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Bacillus subtilis</i>	<i>Escherichia coli</i>	<i>Candida albicans</i>
Водный экстракт МЛ	26,2	18,2	12,8	2,8
Водный экстракт МЛ*	26,0	20,8	10,5	3,2
30 %-ный спиртовой экстракт МЛ	19,8	21,5	13,7	2,5
30 %-ный спиртовой экстракт МЛ*	25,0	21,5	11,5	–
50 %-ный спиртовой экстракт МЛ	18,7	20,2	11,0	–
50 %-ный спиртовой экстракт МЛ*	13,5	9,0	12,0	3
70 %-ный спиртовой экстракт МЛ	18,7	17,2	12,7	5,8
70 %-ный спиртовой экстракт МЛ*	20,0	19,0	12,2	3
90 %-ный спиртовой экстракт МЛ	19,2	17,0	11,7	3,5
90 %-ный спиртовой экстракт МЛ*	23,5	23,2	9,5	5,7
Бензилпенициллин	23,7	35,7	9,0	
Нистатин				18,5

Примечание. \* — экстракт, полученный в результате ультразвукового воздействия.

Стоит отметить повышение антимикробной активности вариантов экстрактов, которые были получены методом ультразвукового воздействия. Так, в варианте применения 30 %-ного спиртового экстракта зона подавления для *Staphylococcus aureus* составила 25,0 мм, тогда как в варианте использования экстракта методом настаивания данный показатель составил 19,8 мм. В варианте испытания 70 %-ного водно-спиртового экстракта, полученного при помощи ультразвукового воздействия, зона подавления составила 20,0 мм, тогда как при методе настаивания — 18,7 мм. В варианте 90 %-ного экстракта — 23,5 и 19,2 мм соответственно. Исключение составили варианты опыта с водным экстрактом и 50 %-ным водно-спиртовым экстрактом, при которых большую активность показали варианты, полученные методом настаивания. Причем 50 %-ный водно-спиртовой экстракт обладает более выраженной антимикробной активностью по сравнению со стандартным препаратом бензилпенициллином.

В отношении *Bacillus subtilis* ультразвуковые экстракты оказались эффективнее тех, что были получены методом настаивания, в вариантах испытания водного экстракта (20,8 против 18,2 мм), 70 %-ного водно-спиртового (19,0 против 17,2 мм) и 90 %-ного водно-спиртового (23,2 против 17,0 мм). Для 30 %-ного водно-спиртового экстракта зона подавления оказалась аналогичной, для 50 %-ного водно-спиртового — была ниже (9,0 против 20,2 мм). Однако ни один вариант экстракта не превышает активность стандартного препарата бензилпенициллина в отношении данного микроорганизма.

Испытание в отношении *Escherichia coli* показало, что водный и все варианты водно-спиртовых экстрактов превышают по антимикробной активности стандартный препарат бензилпенициллин. Максимальные зоны подавления наблюдались в варианте с 30- и 70 %-ным водно-спиртовым экстрактами, полученными методом настаивания.

В отношении *Candida albicans* испытания антимикробной активности полученных экстрактов не показали превышения показателей стандартного препарата нистатина.

#### Заключение

Использование такого инновационного метода получения биологически активных веществ из Melissa лекарственной, как ультразвуковая экстракция, является наиболее быстрым по времени, со сравнительно высоким выходом экстрактивных веществ, обладающих выраженной антимикробной активностью, а именно выявлено, что применение ультразвукового воздействия на траву Melissa лекарственной повышает ее антимикробную активность в отношении грамположительных микробов.

Было установлено, что 30 %-ный водно-спиртовой экстракт Melissa лекарственной, полученный методом ультразвуковой экстракции, превышал по антимикробной активности стандартный препарат бензилпенициллин.

## Список литературы

- 1 Егеубаева Р.А. Дикорастущие эфирномасличные растения юго-востока Казахстана / Р.А. Егеубаева. — Алматы, 2002. — 241 с.
- 2 Флора Казахстана. — Т. 7. — Алма-Ата: Наука, 1964. — 497 с.
- 3 Андреева И.С. Сравнительная оценка антимикробной активности некоторых перспективных лекарственных растений / И.С. Андреева, И.Е. Лобанова, Г.И. Высочина, Н.А. Соловьянова // Растительный мир Азиатской России. — 2018. — № 1(29). — С. 91–99.
- 4 Логвиненко Л.А. Ароматические растения семейства *Lamiaceae* для фитотерапии / Л.А. Логвиненко, Л.А. Хлыпенко, Н.В. Марко // Фармация и фармакология. — 2016. — Т. 4, № 4. — С. 35–47.
- 5 Паштецкий В.С. Использование эфирных масел в медицине, ароматерапии, ветеринарии и растениеводстве (обзор) / В.С. Паштецкий, Н.В. Невкрытая // Тавр. вестн. аграр. науки. — 2013. — № 1(13). — С. 16–38.
- 6 Roldán L.P. Composition and antibacterial activity of essential oils obtained from plants of the *Lamiaceae* family against pathogenic and beneficial bacteria / L.P. Roldán, G.J. Díaz, J.M. Düringer // Rev Colomb Cienc Pec. — 2010. — Vol. 23. — P. 451–461.
- 7 Carović-Stanko K. Medicinal Plants of the Family *Lamiaceae* as Functional Foods — a Review / K. Carović-Stanko, M. Petek, M. Grdiša, J. Pintar, D. Bedeković, M.H. Ćustić, Z. Satovic // Czech J. Food Sci. — 2016. — Vol. 34, Iss. 5. — P. 377–390.
- 8 Araújo S. Volatile compounds of *Lamiaceae* exhibit a synergistic antibacterial activity with streptomycin / S. Araújo, L. Alves, M. Pinto, G. Oliveira, E. Siqueira, R. Ribeiro, J. Ferreira, L. Lima // Brazilian Journal of Microbiology. — 2014. — Vol. 45, Issue 4. — P. 1341–1347.
- 9 Assis F. Antibacterial activity of *Lamiaceae* plant extracts in clinical isolates of multidrug-resistant bacteria / F. Assis, F. Siqueira, I. Goncalves, R. Lacerda, R. Nascimento, S. Araujo, J. Andrade, K. Herrera, L. Lima, J. Ferreira // Anais da Academia Brasileira de Ciências. — 2018. — Vol. 90, Iss. 2. — P. 1665–1670.
- 10 Kozowska M. Chemical composition and antibacterial activity of some medicinal plants from *Lamiaceae* Family / M. Kozowska, A. Laudy, J. Przyby, M. Ziarno, E. Majewska // Acta Poloniae Pharmaceutica & Drug Resear. — 2015. — Vol. 72, Iss. 4. — P. 757–767.
- 11 Государственная фармакопея Республики Казахстан. — Алматы: Изд. дом «Жібек жолы», 2014. — Т. 3. — 872 с.
- 12 Remigius C. Biodiversity within *Melissa officinalis*: Variability of Bioactive Compounds in a Cultivated Collection / C. Remigius, L. Ulrike, F. Chlodwig // Molecules. — 2018. — Vol. 23. — P. 294. doi 10.3390/molecules23020294
- 13 Mimica-Dukic N. Antimicrobial and antioxidant activities of *Melissa officinalis* L. (*Lamiaceae*) essential oil / N. Mimica-Dukic, B. Bozin, M. Sokovic, N. Simin // Acta Pol. Pharm. — 2003. — Vol. 60, Iss. 6. — P. 467–470.
- 14 Weidner C. *Melissa officinalis* extract induces apoptosis and inhibits proliferation in colon cancer cells through formation of reactive oxygen species / C. Weidner, C.M. Rousseau, A. Plauth, S. Wowro, C. Fischer, H. Abdel-Aziz, S. Sauer // Phytomedicine. — 2015. — Vol. 22, Iss. 2. — P. 262–270.
- 15 Miraj S. A review of chemical components and pharmacological effects of *Melissa officinalis* L. / S. Miraj, N. Azizi, S. Kiani // Der Pharmacia Letter. — 2016. — Vol. 8, Iss. 6. — P. 229–237.
- 16 Ceyhan N. Antimicrobial activities of different extracts of eight plant species from four different family against some pathogenic microorganisms / N. Ceyhan, D. Keskin, A. Uğur // Journal of Food, Agriculture & Environment. — 2012. — Vol.10, Iss. 1. — P. 193–197.
- 17 Касымова Д.Т. Ультразвуковая экстракция как способ оптимизации технологии извлечения биологически активных веществ из растений вида *Limonium gmelinii* / Д.Т. Касымова, А.Б. Алиева, М.С. Жузеева, Г.Е. Жусупова // Изв. науч.-техн. общ. «КАХАК». — 2020. — № 2(69). — С. 59–67.
- 18 Хабриев Р.У. Руководство по экспериментальному (доклиническому) изучению новых фармакологических веществ. — М.: Медицина, 2005. — 843 с.
- 19 Государственная фармакопея Республики Казахстан. — Алматы: Изд. дом «Жібек жолы», 2008. — Т. 1. — 592 с.
- 20 Larrondo J.V. Antimicrobial activity of essences from *Labiates* / J.V. Larrondo, M. Agut, M.A. Calvo-Torras // Microbios. — 1995. — Vol. 82, No. 332. — P. 171, 172.
- 21 Болтабекова З.В. Фармакогностическое исследование по стандартизации новых лекарственных средств на основе травы Melissa лекарственной (*Melissa officinalis* L.): дис. ... канд. фармац. наук / З.В. Болтабекова. — М., 2003. — 122 с.

Н.А. Сейдалина, С.Б. Ахметова, М.К. Смагулов, Г.А. Атажанова

### ***Melissa officinalis* L. экстрактілердің антимикробтық белсенділігін анықтау**

Бактериялардың антибиотикалық-тұрақтылығының тұрақты өсуі дәрілік өсімдіктердің экстракттерінен микробқақарсы препараттарды әзірлеу үшін қажеттілік туғызады. Мақалада алғаш рет әр түрлі әдістермен, соның ішінде ультрадыбыстық экстракция арқылы алынған *Melissa officinalis* L. (дәрілік мелисса) экстрактілердің антимикробтық белсенділігінің нәтижелері келтірілген. Үлгілердің антимикробтық белсенділігін зерттеу грампозитивті бактериялардың *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis* штамдарына, *Escherichia coli* грамтеріс штамдарына және ашытқы саңырауқұлақтары *Candida albicans* қатысты жүргізілді. Тұндыру және ультрадыбыспен экстракциялау кезінде алынған Мелисса дәрілік су экстракттерінің үлгілері *Staphylococcus aureus* қатысты айқын микробқақарсы әсерге ие

екендігі анықталды, 30 % және 90 % ультрадыбыстық спирт экстрактілермен су экстрактісі *Staphylococcus aureus* және *Bacillus subtilis* қатысты белсенді және барлық үлгілер грамтеріс таяқша тәрізді *Escherichia coli* бактериясына әлсіз белсенділік көрсетті. Алынған деректер антимикробтық белсенділігі айқын жаңа фитопрепараттарды әзірлеу үшін пайдаланылуы мүмкін.

*Кілт сөздер:* антимикробтық белсенділік, грам-позитивті бактериялар, дискдиффузия әдісі, мелисса, ультрадыбыстық экстракция, *Melissa officinalis*.

N.A. Seidalina, S.B. Ahmetova, M.K. Smagulov, G.A. Atazhanova

## Determination of antimicrobial activity of extracts from *Melissa officinalis* L.

The constant growth of antibiotic resistance of bacteria creates the need for the development of antimicrobial drugs from extracts of medicinal plants. For the first time, the article presents the results of antimicrobial activity of extracts of *Melissa officinalis* L. (drug melissa) obtained by various methods, including ultrasonic extraction. The antimicrobial activity of the samples was studied in relation to strains of gram-positive bacteria *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, gram-negative strains *Escherichia coli* and yeast fungus *Candida albicans*. It was found that samples of aqueous extracts of drug melissa obtained by infusion and extraction by ultrasound have a pronounced antimicrobial effect on *Staphylococcus aureus*, ultrasonic extracts of 30 % — and 90 % — alcohol extracts and water extract are active on *Staphylococcus aureus* and *Bacillus subtilis* and all samples showed weak activity. The obtained data can be used for development of new phytopreparations with expressed antimicrobial activity.

*Keywords:* antimicrobial activity, gram-positive bacteria, disk-diffusion method, lemon balm, ultrasonic extraction, *Melissa officinalis*.

## References

- 1 Egeubayeva, R.A. (2002). *Dikorastushchie efirnomaslichnye rasteniia yuho-vostoka Kazakhstana [Wild essential oil plants of South-East of Kazakhstan]*. Almaty [in Russian].
- 2 *Flora Kazakhstana [Flora of Kazakhstan]*. (1964). (Vol. 7). Alma-Ata: Nauka [in Russian].
- 3 Andreeva, I.S., Lobanova, I.E., Vysochina, G.I., & Solovyaynova, N.A. (2018). Sravnitelnaia otsenka antimikrobnai aktivnosti nekotorykh perspektivnykh lekarstvennykh rastenii [Comparative assessment of antimicrobial activity of some perspective medicinal plants]. *Rastitelnyi mir Aziatskoi Rossii — Vegetative world of Asian Russia*, 1(29), 91–99 [in Russian].
- 4 Logvinenko, L.A., Hlypenko, L.A., & Marko, N.V. (2016). Aromaticheskie rasteniia semeistva *Lamiaceae* dlia fitoterapii [Aromatic plants of family *Lamiaceae* for phytotherapy]. *Farmatsiia i farmakologhiia — Pharmacy and pharmacology*, 4(4), 35–47 [in Russian].
- 5 Pashtekij, V.S., & Nevkrytaya, N.V. (2013). Ispolzovanie efirnykh masel v meditsine, aromaterapii, veterinarii i rastenievodstve (obzor) [Use of essential oils in medicine, aromatherapy, veterinary science and crop production (overview)]. *Tavrisheskii vestnik ahrarnoi nauki — Tavria Bulletin of Agriculture Science*, 1(13), 16–38 [in Russian].
- 6 Roldán, L.P., Díaz, G.J., & Durringer, J.M. (2010). Composition and antibacterial activity of essential oils obtained from plants of the Lamiaceae family against pathogenic and beneficial bacteria. *Rev Colomb Cienc Pec.*, 23, 451–461.
- 7 Carović-Stanko, K., Petek, M., Grdiša, M., Pintar, J., Bedeković, D., Čustić, M.H., & Satovic, Z. Medicinal Plants of the Family *Lamiaceae* as Functional Foods — a Review. *Czech J. Food Sci.*, 34(5), 377–390.
- 8 Araújo, S., Alves, L., Pinto, M., Oliveira, G., Siqueira, E., Ribeiro, R., Ferreira, J., & Lima, L. (2014). Volatile compounds of *Lamiaceae* exhibit a synergistic antibacterial activity with streptomycin. *Brazilian Journal of Microbiology*, 45(4), 1341–1347.
- 9 Assis, F., Siqueira, F., Goncalves, I., Lacerda, R., Nascimento, R., & Araujo, S., et al. (2018). Antibacterial activity of *Lamiaceae* plant extracts in clinical isolates of multidrug-resistant bacteria. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 90(2), 1665–1670.
- 10 Kozowska, M., Laudy, A., Przyby, J., Ziarno, M., & Majewska, E. (2015). Chemical composition and antibacterial activity of some medicinal plants from Lamiaceae Family. *Acta Poloniae Pharmaceutica & Drug Resear.*, 72(4), 757–767.
- 11 *Hosudarstvennaia farmakopeia Respubliki Kazakhstan [The State pharmacopeia of Republic of Kazakhstan]*. (2014). Almaty: Izdatelskii dom «Zhibek zholy» [in Russian].
- 12 Remigius, C., Ulrike, L., & Chlodwig, F. (2018). Biodiversity within *Melissa officinalis*: Variability of Bioactive Compounds in a Cultivated Collection. *Molecules*, 23, 294. doi 10.3390/molecules23020294
- 13 Mimica-Dukic, N., Bozin, B., Sokovic, M., & Simin, N. (2003). Antimicrobial and antioxidant activities of *Melissa officinalis* L. (*Lamiaceae*) essential oil. *Acta Pol. Pharm.*, 60(6), 467–470.
- 14 Weidner, C., Rousseau, C.M., Plauth, A., Wowro, S., Fischer, C., Abdel-Aziz, H. & Sauer, S. (2015). *Melissa officinalis* extract induces apoptosis and inhibits proliferation in colon cancer cells through formation of reactive oxygen species. *Phytomedicine*, 22(2), 262–270.
- 15 Miraj, S., Azizi, N., & Kiani, S. (2016). A review of chemical components and pharmacological effects of *Melissa officinalis* L. *Der Pharmacia Letter*, 8(6), 229–237.

16 Ceyhan, N., Keskin, D. & Uğur, A. (2012). Antimicrobial activities of different extracts of eight plant species from four different family against some pathogenic microorganisms. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 10(1), 193–197.

17 Kasymova, D.T., Alieva, A.B., Zhuzeeva, M.S., & Zhusupova, G.E. (2020). Ultrazvukovaia ekstraktsiia kak sposob optimizatsii tekhnologii izvlecheniia biolohicheski aktivnykh veshchestv iz rastenii vida *Limonium gmelinii* [Ultrasound extraction as a method optimization of extraction technology from plant species *Limonium gmelinii*. *Izvestiia nauchno-tekhnikeskogo obshchestva «KAKHAK» — Bulletin of scientific-technical society «KAKHAK»*, 2(69), 59–67 [in Russian].

18 Habriev, R.U. (2005). *Rukovodstvo po eksperimentalnomu (doklinicheskomu) izucheniiu novykh farmakolohicheskikh veshchestv* [Guidelines for the experimental (preclinical) study of new pharmacological substances]. Moscow: Meditsina [in Russian].

19 *Hosudarstvennaia farmakopeia Respubliki Kazakhstan [The State pharmacopeia of Republic of Kazakhstan]*. (2008). Almaty: Izdatelskii dom «Zhibek zholy» [in Russian].

20 Larrondo, J.V., Agut, M., & Calvo-Torras, M.A. (1995). Antimicrobial activity of essences from Labiates. *Microbios*, 82(332), 171–172.

21 Boltabekova, Z.V. (2003). Farmakognosticheskoe issledovanie postandartizatsii novykh lekarstvennykh sredstv na osnove travy melissy lekarstvennoi (*Melissa officinalis* L.) [Pharmacognostic study of the standardization of new drugs based on the herb of *Melissa officinalis* L.]. *Candidate's thesis*. Moscow [in Russian].

А. Турсынбай<sup>1</sup>, Н.Г. Гемеджиева<sup>2\*</sup>, К.А. Сапаров<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан;

<sup>2</sup>Институт ботаники и фитоинтродукции, Алматы, Казахстан

\*Автор для корреспонденции: e-mail: ngedmed58@mail.ru

## Выявление особенностей распространения *Fritillaria karelinii* (Fisch. ex D. Don) Baker на юго-востоке Казахстана

В статье приведен обзор современного состояния изученности рябчика Карелина (*Fritillaria karelinii* (Fisch. ex D. Don) Baker) из сем. *Liliaceae* по литературным, гербарным и материалам полевых исследований, проведенных в марте 2020 г. на территории Алматинской области. На их основании описаны природные популяции, выявлены особенности распространения на юго-востоке Казахстана изучаемого вида, луковицы которого в последние годы стали объектом стихийной и хищнической заготовки на территории Алматинской области с целью экспорта сырья в Китай. В китайской медицине их используют для получения противокашлевых и отхаркивающих средств. По литературным данным, у ряда видов рябчиков удалось выявить антигипертензивное, антиноцицептивное (обезболивающее), противовоспалительное, седативное и противоопухолевое действия, обусловленные наличием стероидных алкалоидов. Анализ коллекций гербарного фонда Института ботаники и фитоинтродукции свидетельствует о широком распространении изучаемого вида на территории Казахстана, около половины образцов которого собрано на юго-востоке Казахстана. Даны фитоценотическая и морфометрическая характеристики, а также картосхема расположения выявленных на территории Алматинской области ценопопуляций *F. karelinii*. Сравнительный анализ морфометрических показателей рябчика Карелина из трех популяций свидетельствует о том, что илийская популяция изучаемого вида характеризуется благоприятными экологическими условиями и отсутствием лимитирующих факторов. В то время как Капшагайская и Богетинская популяции подвержены сильной антропогенной нагрузке и нуждаются в охране.

**Ключевые слова:** *Fritillaria karelinii*, лекарственные растения, распространение, ценопопуляция, юго-восток Казахстана.

### Введение

Лекарственные растения Казахстана, составляющие четвертую часть сосудистых растений флоры страны, из которых только 230 видов применяются в официальной медицине, относятся к ценным и востребованным растительным ресурсам, сохранение и рациональное использование которых является сегодня глобальной проблемой межгосударственного уровня [1]. Изменение климата, усиление антропогенной деятельности, опустынивание и другие негативные факторы ставят под угрозу сохранность естественной растительности и самой среды обитания человека.

Для сохранения биоразнообразия в целом и устойчивого использования его компонентов весьма актуальны исследования по изучению дикорастущих лекарственных растений флоры Казахстана и привлечению в культуру видов местной флоры, в первую очередь, интенсивно эксплуатируемых и с ограниченным ареалом.

К числу мало изученных и не используемых в официальной медицине Казахстана видов относится рябчик Карелина – *Fritillaria karelinii* (Fisch. ex D. Don) Baker (син. *Rhinopetalum karelinii* Fisch. ex D. Don) из сем. *Liliaceae* Juss., луковицы которого, наряду с луковицами рябчика бледноцветкового (*F. pallidiflora* Schrenk), занесенного в Красную книгу Казахстана [2], в последние годы стали объектом стихийной и хищнической заготовки на территории Алматинской области с целью экспорта растительного сырья в Китай, где виды рода *Fritillaria* L. издавна применяются в китайской медицине под названием *Bei-mu*, или *Pei-mu*, для получения противокашлевых и отхаркивающих средств [3].

Рябчик Карелина (*Fritillaria karelinii*) — многолетнее растение с белой шаровидной луковицей и невысоким (до 15 см) сероватым стеблем. Нижние листья почти супротивные, продолговатые, верхние очередные, более узкие, переходящие в парные прицветные листья. Цветки широко колокольчатые, поникшие, нижние — обоеполые, верхние — тычиночные, собраны в кистевидное соцветие. Листочки околоцветника розово-фиолетовые, варьирующие по интенсивности окраски, снаружи с шахматным рисунком из более темных пятен (рис. 1). Плод — округлая ребристая коробочка. Цветет

в марте–апреле. Растет по глинистым и песчаным пустынным степям, сухим предгорьям и пескам на территории всего Казахстана, за исключением северного, встречаясь в 17 флористических районах [4].



Рисунок 1. Рябчик Карелина – *Fritillaria karelinii* (Fisch. ex D. Don) Baker  
(син. *Rhinopetalum karelinii* Fisch. ex D. Don)

По литературным данным, растение является медоносным, перганосным и декоративным видом, уже охраняемым на территории Устюртского и Барса-Кельмесского заповедников. Очевидно, луковицы заготавливаются из-за целебных свойств, которыми характеризуются некоторые представители рода *Fritillaria* L. [1], и экспортируются в Китай, где *F. karelinii* называют *Ping-bei-mu* [5].

Род *Fritillaria* L. насчитывает около 180 видов, широко распространенных в Европе, Центральной Азии, Китае, Японии и Северной Америке [6]. Во флоре Казахстана указано 6 видов р. *Fritillaria* L. и 2 вида р. *Rhinopetalum* Fisch. [4, 7], из которых согласно последним номенклатурным изменениям, по данным The Plant List, *Rhinopetalum karelinii* является синонимом вида *Fritillaria karelinii* [8].

Название рода происходит от греческого «приноса» — «нос» и «петалон» — «лепесток», дано растению из-за формы нектарника. Вид описан в 1830 г. известным российским ботаником, основателем Гербария Петербургского ботанического сада Ф.Б. Фишером (1782–1854) с территории Западного Казахстана и назван в честь Г.С. Карелина (1801–1872), исследовавшего флору этого региона. Тип хранится в Санкт-Петербурге [9].

*Bei-tu* относится к популярным в восточной медицине лекарственным средствам растительного происхождения. Луковицы рода *Fritillaria* L., являясь источником различных фармакологически активных компонентов, широко применяются в традиционной китайской медицине и других азиатских странах на протяжении тысячелетий в качестве наиболее важных противокашлевых и отхаркивающих средств [10–13].

К настоящему времени около 30 видов рассматриваемого рода были объектами фитохимических исследований, в результате которых удалось выявить у некоторых представителей антигипертензивное, антиноцицептивное (обезболивающее), противовоспалительное, седативное и противоопухолевое действие, обусловленное наличием стероидных алкалоидов [14–19].

Следовательно, ботанические исследования видов рода *Fritillaria* L. и, в частности, интенсивно заготавливаемого казахстанского вида *F. karelinii*, актуальны и представляют научный и практический интерес.

Цель исследований — выявление по литературным, гербарным и материалам полевых исследований особенностей распространения на юго-востоке Казахстана *Fritillaria karelinii* – перспективного источника возобновляемого растительного сырья для получения отечественных фитопрепаратов.

#### Материалы и методы исследования

Материалом для исследований служили коллекции гербарного фонда РГП на ПХВ «Институт ботаники и фитоинтродукции» КЛХЖМ МЭГПР РК и выявленные в марте 2020 года природные популяции *F. karelinii* на юго-востоке Казахстана. Экспедиционные исследования проводились в пределах 18, 25, 26 флористических районов: в горах Богеты (Богуты), являющихся северным отрогом восточного сектора Заилийского Алатау, на территории Энбекшиказахского административного района, а также в пустынных районах Южного Прибалхашья, в окрестностях Капшагайского водохранилища на территории городской администрации Капшагай и в юго-восточной части Чу-Илейских гор на территории Жамбылского административного района Алматинской области, которая отличается сложной географической характеристикой и разнообразным рельефом. Северная часть представляет полупустынную равнину, слабо наклоненную к озеру Балхаш и изрезанную древними руслами реки Иле. Двумя отдельными массивами — на юге и востоке — простираются горные хребты Заилийского и Джунгарского Алатау, горная система Тянь-Шань [20].

Во время экспедиционных исследований для выявления и описания растительных сообществ с участием *F. karelinii* применяли геоботанические методы [21, 22]. Координаты местности, где были описаны выявленные популяции вида, определялись с помощью GPS-навигатора «Garmin».

#### Результаты и обсуждение

Анализ образцов гербарного фонда Института ботаники и фитоинтродукции показал, что в настоящее время там хранится 41 гербарный образец ринопеталюма Карелина, а современные сборы фактически отсутствуют. За период с 1928 по 1990 гг., преимущественно в 30–40 и 50–60 гг. прошлого столетия более половины образцов р. Карелина были собраны на территории 10 флористических районов: 7. Актюбинский (1); 10. Западный мелкосопочник (1); 14. Приаральский (8); 15. Кзыл-Ординский (2); Бетпакадалинский (6); 17. Муюн-Кумский (6); 18. Балхаш-Алакульский (3); 24. Джунгарский Алатау (4); 25. Заилийский, Кунгей Алатау (2); 26. Чу-Илейские горы (8 образцов), что наглядно свидетельствует о широком распространении изучаемого вида на территории Казахстана, причем 17 образцов собрано на юго-востоке Казахстана, в том числе на территории Алматинской области. Среди коллекторов имена известных ботаников: Н.В. Павлова, В.П. Голоскокова, Н.И. Рубцова, П.П. Полякова, М.С. Байтенова и других (табл. 1).

Во время экспедиционных исследований на территории Алматинской области были выявлены и описаны три природные популяции *F. karelinii*. Описание вида проведено в фазе начало цветения – цветение (в соответствии с рис. 2, 3). Фитоценотическая характеристика популяций изучаемого вида приведена в таблице 2.



**Характеристика коллекции гербарных образцов ринопеталюма Карелина, собранных на юго-востоке Казахстана**

Флористический район (количество образцов)	Дата сбора	Коллекторы	Гербарный образец
18. Балхаш-Алакульский (3)	12.04.1936 г. 12.04.1936 г. 12.04.1936 г. 1982 г.	Попов М.Г. Линчевский И.А. Дмитриева А. Оразова А.	
24. Джунгарский Алатау (4)	10.04.1928 г.  12.05.1937 г.  1841 г.  10.04.1950 г.	Павлов Н.В., Шипчинский Н.В. Рубцов Н.И., Дмитриева А. Карелин Г., Кирилов Д. Бурделов А.С.	
25. Заилийский, Кунгей Алатау (2)	18.04.1934 г. 27.05.1937 г. 1954 г.	Гельд А.И. Голоскоков В.П.	
26. Чу-Илейские горы (8)	16.05.1951 г. 10.05.1951 г. 1976 г. 18.04.1976 г.	Байтенов М.С. Павлов Н.В. Ляшенко Н.В. Оразова А.О., Фисюн В.В.	

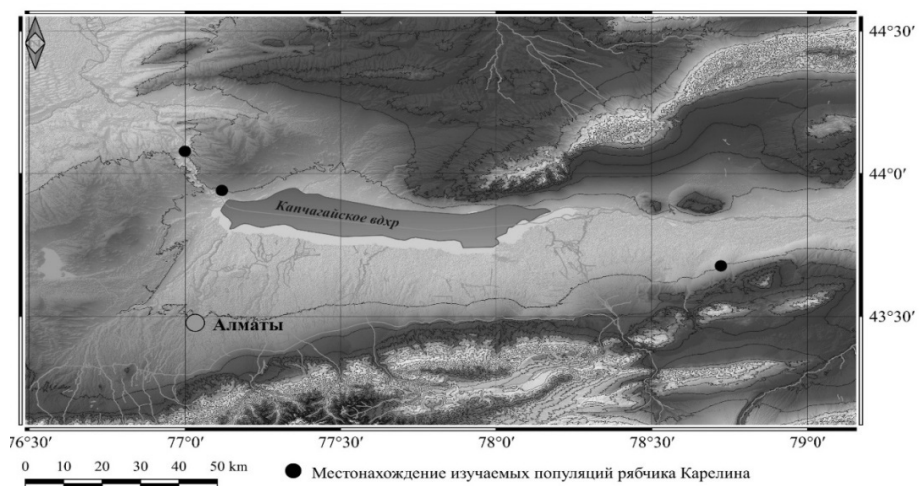


Рисунок 2. Картограмма расположения выявленных популяций *Fritillaria karelinii* (Fisch. ex D.Don) Baker на территории Алматинской области



Капшагайская



Богетинская



Илейская

Рисунок 3. Цветущие особи *Fritillaria karelinii* из различных популяций

**Фитоценотическая характеристика ценопопуляций *Fritillaria karelinii*  
на территории Алматинской области**

Местонахождение популяции, дата описания	GPS координаты	Растительное сообщество	Сопутствующие виды
<b>Капшагайская популяция</b>			
В 8,5 км северо-восточнее г. Капшагай, в окрестностях северо-западного побережья Капшагайского водохранилища. 15.03.2020 г.	43°55'41" с. ш., 77°06' 37" в. д.	Кустарниково-эфемеро-эфемероидное	<i>Atraphaxis spinosa</i> L. (доминант), <i>Nanophyton erinaceum</i> (Pall.) Bunge, <i>Krascheninnikovia ceratoides</i> (L.) Gueldenst., <i>Halimodendron halodendron</i> (Pall.) Voss, <i>Festuca valesiaca</i> Schleich. ex Gaudin, <i>Echinops albicaulis</i> Kar. & Kir., <i>Goniolimon speciosum</i> (L.) Boiss, <i>Artemisia terrae-albae</i> Krasch, <i>Gagea</i> sp.
<b>Богетинская (Богутинская) популяция</b>			
Степной склон подножья гор Богеты (Богуты). В 21 км юго-восточнее пос. Нурлы по дороге в горы Богуты. 17.03.2020 г.	43°39'47.54" с. ш. 78°45'18.18" в. д.	Кустарниково-эфемеро-эфемероидное	<i>Caragana</i> sp. (доминант), <i>Atraphaxis spinosa</i> L. (со-доминант), <i>Nanophyton erinaceum</i> (Pall.) Bunge, <i>Krascheninnikovia ceratoides</i> (L.) Gueldenst., <i>Halimodendron halodendron</i> (Pall.) Voss, <i>Festuca valesiaca</i> Schleich. ex Gaudin, <i>Echinops albicaulis</i> Kar. & Kir., <i>Stipa lessingiana</i> Trin. & Rupr., <i>Goniolimon speciosum</i> (L.) Boiss, <i>Artemisia terrae-albae</i> Krasch, <i>Gagea</i> sp., <i>Elymus repens</i> (L.) Gould, <i>Bromus squarrosus</i> L.
<b>Илейская популяция</b>			
В 4 км от пос. Карабастау, между урочищем Танбалы-Тас и р. Иле, в юго-восточной части Чу-Илейских гор (Анракай). 27.03.2020 г.	44°08'23.94" с. ш., 76°99'80.25" в. д.	Эфемероидное	<i>Tulipa albertii</i> Regel (доминант), <i>T. borszczowii</i> Regel (доминант), <i>Gagea lutea</i> (L.) Ker Gawl и др.

Капшагайская популяция характеризуется достаточно сложным рельефом местности с большим количеством понижений и выходом скальных пород, отмечается сильное антропогенное влияние, изъятие грунта для постройки дорог. Почвенная подстилка не выражена. Почвы — суглинки, с большим количеством щебня и каменной крошки. Опад (30–40 г/м<sup>2</sup>) сконцентрирован в дернинках кустарничков. Водный режим представлен снеговым питанием и осадками. Популяция с левосторонним спектром. Вид предпочитает селиться в понижениях между россыпью камней, на северо-восточных микросклонах. Растения встречаются группами по 5–10 генеративных особей. Возобновление достаточно высокое 5–7 молодых особей на квадратный метр. Генеративные побеги низкорослы, высота в фазе цветения может варьировать от 7 до 14,5 см. Вид занимает свободные участки, часто встречается под пологом кустарничков. Болезней и вредителей не обнаружено.

Богетинская популяция, занимающая степной склон подножья гор, характеризуется выровненным рельефом. Почвы мелко структурированные, слабо гумусифицированные, местами такырные, глинистые, с большим количеством мелкой гальки. Водный режим представлен незначительной снежной массой, быстро таящей в начале марта. Особи единичные, хорошо развиты. Скоплений и групп не образуют. Генеративные побеги среднерослы, высота в фазе цветения может варьировать от 9,5 до 16 см. Травянистый покров беден, ярусность не выражена. Отмечается сильное антропогенное влияние, бесконтрольный сбор луковиц местными жителями.

Илейская популяция, расположенная в юго-восточной части Чу-Илейских гор, характеризуется сглаженным рельефом с незначительным наклоном склонов. Особи крупные, мощные, отличающиеся от таковых в описанных выше популяциях. Генеративные побеги высокорослы, высота в фазе цветения может варьировать от 11,5 до 25,6 см. Очевидно, это связано с экологическим оптимумом вида и отсутствием лимитирующих факторов. Однако выявлено наличие ржавчинного гриба на супротив-

ных листьях. Возобновление стабильное. Водный режим представлен снеговым питанием и осадками. Вид занимает свободные участки.

Морфометрическая характеристика дикорастущих особей рябчика Карелина в описанных популяциях приведена в таблице 3.

Т а б л и ц а 3

**Морфометрическая характеристика дикорастущих особей рябчика Карелина в природных популяциях юго-восточного Казахстана**

Показатель	Капчагайская популяция		Богутинская популяция		Илейская популяция	
	$\frac{\text{Min-Max}}{M \pm m}$	Cv, %	$\frac{\text{Min-Max}}{M \pm m}$	Cv, %	$\frac{\text{Min-Max}}{M \pm m}$	Cv, %
Высота растения, см	$\frac{7,0-14,5}{9,16 \pm 0,9}$	21,2	$\frac{9,5-16,0}{12,7 \pm 1,06}$	17,8	$\frac{11,5-25,6}{19,3 \pm 1,8}$	19,4
Длина супротивных листьев, см	$\frac{2,8-6,6}{4,3 \pm 0,5}$	27,0	$\frac{2,8-6,6}{4,5 \pm 0,4}$	19,3	$\frac{4,0-10,5}{6,4 \pm 0,8}$	26,0
Количество мутовчатых прицветных листьев, шт.	$\frac{7,0-19,0}{12,8 \pm 1,6}$	27,5	$\frac{11,0-30,0}{19,3 \pm 2,2}$	24,2	$\frac{22,0-72,0}{36,2 \pm 5,4}$	31,7
Длина мутовчатых прицветных листьев, см	$\frac{1,7-4,5}{2,7 \pm 0,4}$	29,2	$\frac{1,5-4,2}{2,7 \pm 0,4}$	28,9	$\frac{2,8-6,8}{4,1 \pm 0,5}$	28,3
Ширина соцветия, см	$\frac{1,3-6,0}{3,5 \pm 0,6}$	34,0	$\frac{3,0-6,0}{4,1 \pm 0,3}$	18,2	$\frac{3,5-6,5}{4,9 \pm 0,4}$	18,2
Длина цветка, см	$\frac{1,0-1,7}{1,5 \pm 0,2}$	12,8	$\frac{1,0-1,5}{1,25 \pm 0,2}$	15,0	$\frac{1,0-1,7}{1,5 \pm 0,15}$	8,9
Диаметр цветка, см	$\frac{1,5-3,4}{2,4 \pm 0,25}$	23,0	$\frac{1,5-3,5}{2,4 \pm 0,2}$	20,0	$\frac{1,5-3,2}{2,2 \pm 0,2}$	22,8
Количество цветков, шт.	$\frac{1,0-5,0}{2,6 \pm 0,5}$	44,6	$\frac{3,0-10,0}{5,1 \pm 0,9}$	39,0	$\frac{6,0-23,0}{11,1 \pm 1,9}$	36,9
Диаметр луковиц, см	$\frac{0,8-2,3}{1,3 \pm 0,2}$	32,0	$\frac{1,3-3,5}{2,4 \pm 0,2}$	19,0	$\frac{1,8-4,5}{2,8 \pm 0,3}$	20,0

Сравнительный анализ морфометрических показателей р. Карелина из трех популяций свидетельствует о том, что илейская популяция характеризуется большими количественными показателями (высота растения, количество мутовчатых прицветных листьев, количество цветков, диаметр луковиц). Очевидно, это связано с благоприятными экологическими условиями и отсутствием лимитирующих факторов для изучаемого вида.

*Заключение*

Таким образом, дана оценка современного состояния изученности рябчика Карелина *Fritillaria karelinii* из сем. *Liliaceae* по литературным, гербарным и материалам полевых исследований. По литературным данным, у ряда видов р. Карелина удалось выявить антигипертензивное, антиноцицептивное (обезболивающее), противовоспалительное, седативное и противоопухолевое действия, обусловленные наличием стероидных алкалоидов, что представляет научный интерес и перспективность их всестороннего изучения.

В результате предпринятых в марте 2020 г. на территории Алматинской области экспедиционных выездов описаны природные популяции и выявлены особенности распространения на юго-востоке Казахстана р. Карелина, луковицы которого в последние годы стали объектом стихийной и хищнической заготовки на территории Алматинской области с целью экспорта сырья в Китай, где применяются в китайской медицине для получения противокашлевых и отхаркивающих средств. Анализ коллекций гербарного фонда Института ботаники и фитоинтродукции свидетельствует о широком распространении изучаемого вида на территории Казахстана, в том числе и на юго-востоке Казахстана.

Даны фитоценотическая и морфометрическая характеристики, а также картосхема расположения выявленных на территории Алматинской области ценопопуляций *F. karelinii*. Сравнительный анализ морфометрических показателей р. Карелина из трех популяций свидетельствует о том, что илейская популяция изучаемого вида характеризуется благоприятными экологическими условиями и отсут-

вием лимитирующих факторов. В то время как Капшагайская и Богетинская популяции подвержены сильной антропогенной нагрузке и нуждаются в охране.

*Данная работа выполнялась в рамках докторской диссертации по теме «Эколого-биологические особенности *Fritillaria karelinii* (Fisch. ex D. Don) Baker (сем. Liliaceae Juss.) в природных популяциях и в условиях культуры на юго-востоке Казахстана» (2019–2021 гг.).*

### Список литературы

- 1 Грудзинская Л.М. Аннотированный список лекарственных растений Казахстана: справ. изд. / Л.М. Грудзинская, Н.Г. Гемеджиева, Н.В. Нелина, Ж.Ж. Каржаубекова. — Алматы, 2014. — С. 97.
- 2 Красная книга Казахстана. — Т. 2. — Ч. 1. Растения / гл. ред. И.О. Байтулин, отв. ред. Г.Т. Ситпаева. — Астана: ТОО «АртPrintXXI», 2014. — С. 349.
- 3 Каирова М.Ж. Биологические особенности некоторых видов лекарственных растений юго-восточного Казахстана: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.05 — «Ботаника» / М.Ж. Каирова. — Алматы, 2010. — 27 с.
- 4 Флора Казахстана. — Алма-Ата: Изд-во АН КазССР, 1958. — Т. 2. — С. 195.
- 5 Day P.D. Evolutionary relationships in the medicinally important genus *Fritillaria* L. (Liliaceae) / P.D. Day, M. Berger, L. Hill, M.F. Fay, A.R. Leitch, I.J. Leitch, L.J. Kelly // Mol. Phylogenet. Evol. — 2014. — Vol. 80. — P. 11–19.
- 6 Ronsted N. Molecular phylogenetic evidence for the monophyly of *Fritillaria* and *Lilium* (Liliaceae: Liliales) and the infragenic classification of *Fritillaria* / N. Ronsted, S. Law, H. Thornton, M.F. Fay, M.W. Chase // Mol. Phylogenet. Evol. — 2005. — Vol. 35. — P. 509–527.
- 7 Абдулина С.А. Список сосудистых растений Казахстана / С.А. Абдулина. — Алматы, 1999. — С. 116.
- 8 The Plant List (2013). Version 1.1. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.theplantlist.org> (дата обращения: 10.09.2020).
- 9 Энциклопедия декоративных садовых растений. Тюльпаны и другие луковичные растения Казахстана [Электронный ресурс]. URL: <https://www.packagile.ru/lukov/tulipa/34.html> (дата обращения: 10.09.2020).
- 10 Xiao P.G. The botanical origin and pharmacophylogenetic treatment of Chinese material medica *Beimu* / P.G. Xiao, Y. Jiang, P. Li // J. Acta Phytotaxo Sin. — 2007. — Vol. 45, Iss. 4. — P. 473–487.
- 11 Chinese Pharmacopoeia Commission. Pharmacopoeia of the People's Republic of China version. — Beijing: China Medical Science Press, 2015. — 349 p.
- 12 Li S.-L. Determination of the major isosteroidal alkaloids in bulbs of *Fritillaria* by high-performance liquid chromatography coupled with evaporative light scattering detection / S.-L. Li, G. Lin, S.-W. Chan, P. Li // J. Chromatogr. — 2001. — Vol. 909. — P. 207–214.
- 13 Xiang L. Identification of *Fritillariae bulbosae* adulterants using ITS2 regions / L. Xiang, Y. Su, X. Li, G. Xue, Q. Wang, J. Shi, L. Wang, S. Chen // Plant Gene. — 2016. — Vol. 7. — P. 42–49.
- 14 Li H.J. Chemistry, bioactivity and geographical diversity of steroidal alkaloids from the *Liliaceae* family / H.J. Li, Y. Jiang, P. Li // J. Nat. Prod. Rep. — 2006. — Vol. 23, Iss. 5. — P. 735–752.
- 15 An J.J. Puqienine E: an angiotensin converting enzyme inhibitory steroidal alkaloid from *Fritillaria pugiensis* / J.J. An, J.L. Zhou, H.J. Li // Fitoterapia. — 2010. — Vol. 81, Iss. 3. — P. 149–152.
- 16 Xu F. Antinociceptive efficacy of verticinone in murine models of inflammatory pain and paclitaxel induced neuropathic pain / F. Xu, S. Xu, L. Wang // Biol. Pharm. Bull. — 2011. — Vol. 34, Iss. 9. — P. 1377–1382.
- 17 Zhang Q.J. Steroidal alkaloids from the bulbs of *Fritillaria unibracteata* / Q.J. Zhang, Z.F. Zheng, D.Q. Yu // J. Asian Nat. Prod. Res. — 2011. — Vol. 13, Iss. 12. — P. 1098–1103.
- 18 Zhang Y.H. Cytotoxic alkaloids from the bulbs of *Fritillaria hupehensis* / Y.H. Zhang, X.L. Yang, P. Zhang // Chem. Biodivers. — 2008. — Vol. 5, Iss. 2. — P. 259–266.
- 19 Yun Y.G. Verticinone induces cell cycle arrest and apoptosis in immortalized and malignant human oral keratinocytes / Y.G. Yun, B.H. Jeon, J.H. Lee // Phytother Res. — 2008. — Vol. 22, Iss. 3. — P. 416–423.
- 20 Джаналиева К.М. Физическая география Республики Казахстан / К.М. Джаналиева, Т.И. Будникова, Е.Н. Веселов, К.К. Давлеткалиева, И.И. Давлятшин, М.Ж. Жапбасбаев, А.А. Науменко, В.Н. Уваров. — Алматы, 1998. — 266 с.
- 21 Быков Б.А. Геоботаника / Б.А. Быков. — Алма-Ата: Наука, 1978. — 288 с.
- 22 Корчагин А.А. Видовой (флористический) состав растительных сообществ и методы его изучения / А.А. Корчагин // Полевая геоботаника. — Т. 3. — М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1964. — С. 39–60.

А. Турсынбай, Н.Г. Гемеджиева, К.А. Сапаров

## Қазақстанның оңтүстік-шығысында *Fritillaria karelinii* (Fisch. ex D. Don) Baker таралу ерекшеліктерін анықтау

Мақалада *Liliaceae* тұқымдасына жататын *Fritillaria karelinii* (Fisch. ex D. Don) Baker қазіргі жағдайына аналитикалық шолу берілген. 2020 ж. наурызда Алматы облысының аумағында

кабылданған әдеби, гербарийлық және далалық зерттеу материалдарының негізінде олардың табиғи популяциялары сипатталған, зерттелген түрлердің Қазақстанның оңтүстік-шығысында таралу ерекшелігі анықталған, Қытайға шикізатты экспорттау мақсатында Алматы облысының аумағынан соңғы жылдары олардың баданалары стихиялық және жыртқыш жинау объектісіне айналды, себебі қытай медицинасында жөтелге қарсы және қақырық түсіретін дәрілерді алу үшін қолданылады. Әдеби деректер бойынша бірқатар түрлерінде стероидты, алкалоидтардың болуына байланысты антигипертензивті, антиноцицептивті (анальгетиктер), қабынуғақарсы, седативті және ісіккеқарсы әсерлері анықталды. Ботаника және фитоинтродукция институтының гербарий қорының коллекцияларын талдауда зерттелген түрлердің Қазақстан аумағында кең таралғандығын көрсетті, олардың жартысына жуығы Қазақстанның оңтүстік-шығысында жиналған. Фитоценодикалық және морфометриялық сипаттамалар, сондай-ақ Алматы облысында анықталған *F. karelinii* ценопопуляцияларының орналасу схемасы келтірілген. Карелин шөбінің үш популяциясының морфометрикалық көрсеткішінің салыстырмалы талдауы зерттеліп отырған түрдің ішінде Іле популяциясы қолайлы экологиялық жағдайлармен және шектеуші факторлардың болмауымен сипатталатындығын көрсетті. Сондай-ақ, Қапшағай және Бөгеті популяциялары күшті антропогендік қысымға ұшыраған және қорғауды қажет етеді.

*Кілт сөздер:* *Fritillaria karelinii*, дәрілік өсімдіктер, таралуы, ценопопуляция, Қазақстанның оңтүстік-шығысы.

A. Tursynbay, N.G. Gemejiyeva, K.A. Saparov

## Identification of distribution features of *Fritillaria karelinii* (Fisch. ex D. Don) Baker in the South-East of Kazakhstan

The article provides an analytical review of the current state of study of the Karelin grouse *Fritillaria karelinii* (Fisch. ex D. Don) Baker from the family. Liliaceae on literature, herbarium and field research materials undertaken in March 2020 on the territory of Almaty region on the basis of which described natural population and the peculiarities of distribution in the South-East of Kazakhstan the studied species, the bulbs of which in recent years have become the object of a natural and predatory harvesting on the territory of Almaty region with the aim of exporting raw materials to China, where they are applied in Chinese medicine to receive antitussives and expectorants. According to the literature, a number of species of Ryabchik was able to detect antihypertensive, antinociceptive (analgesic), anti-inflammatory, sedative and antitumor effects due to the presence of steroid alkaloids. Analysis of the collections of the herbarium Fund of the Institute of botany and phyto-introduction indicates a wide distribution of the studied species on the territory of Kazakhstan, about half of the samples of which are collected in the South-East of Kazakhstan. Phytocenotic and morphometric characteristics are given, as well as a map of the location of *F. karelinii* coenopopulations identified on the territory of the Almaty region. Comparative analysis of morphometric parameters of the Karelin river from three populations indicates that the ili population of the studied species is characterized by favorable environmental conditions and the absence of limiting factors. At the same time, the Kapshagai and Bogetinsky populations are subject to a strong anthropogenic load and need to be protected.

*Keywords:* *Fritillaria karelinii*, medicinal plants, distribution, coenopopulation, South-East of Kazakhstan.

### References

- 1 Grudzinskaya, L.M., Gemedzhieva, N.G., Nelina, N.V. & Karzhaubekova, J.J. (2014). *Annotirovannyi spisok lekarstvennykh rastenii Kazakhstana: spravochnoe izdanie [Annotated list of medicinal plants in Kazakhstan: Reference book]*. Almaty [in Russian].
- 2 *Krasnaia kniha Kazakhstana. T. 2. Chast 1. Rasteniia [Red Book of Kazakhstan. Vol. 2. Part 1. Plants]*. (2014). Astana: LLP «ArtPrint XXI» [in Russian].
- 3 Kairova, M.Zh. (2010). *Biologicheskie osobennosti nekotorykh vidov lekarstvennykh rastenii yuho-vostochnoho Kazakhstana [Biological features of some species of medicinal plants in southeastern Kazakhstan]*. *Extended abstract of Candidate's thesis*. Almaty [in Russian].
- 4 *Flora Kazakhstana [Flora of Kazakhstan]* (1958). (Vol. 2). Alma-Ata: Publishing house of the Academy of Sciences of the Kazakh SSR [in Russian].
- 5 Day, P.D., Berger, M., Hill, L., Fay, M.F., Leitch, A.R., Leitch, I.J., & Kelly, L.J. (2014). Evolutionary relationships in the medicinally important genus *Fritillaria* L. (Liliaceae). *Mol. Phylogenet. Evol.*, 80, 11–19.
- 6 Ronsted, N., Law, S., Thornton, H., Fay, M.F., & Chase, M.W. (2005). Molecular phylogenetic evidence for the monophyly of *Fritillaria* and *Lilium* Liliaceae; Liliales and the infrageneric classification of *Fritillaria*. *Mol. Phylogenet. Evol.*, 35, 509–527.
- 7 Abdulina, S.A. (1999). *Spisok sosudistykh rastenii Kazakhstana [List of vascular plants of Kazakhstan]*. Almaty [in Russian].
- 8 The Plant List (2013). Version 1.1. [www.theplantlist.org](http://www.theplantlist.org) Retrieved from <http://www.theplantlist.org>.

- 9 Entsiklopediia dekorativnykh sadovykh rastenii. Tiulpany i druhie lukovichnye rasteniia Kazakhstana [Encyclopedia of Ornamental Garden Plants. Tulips and other bulbous plants in Kazakhstan]. *www.packagile.ru* Retrieved from <https://www.packagile.ru/lukov/tulipa/34.html> [in Russian].
- 10 Xiao, P.G., Jiang, Y., & Li, P. (2007). The botanical origin and pharmacophylogenetic treatment of Chinese material medica *Beimu*. *J. Acta Phytotaxo Sin.*, 45(4), 473–487.
- 11 Chinese Pharmacopoeia Commission. *Pharmacopoeia of the People's Republic of China version*. (2015). Beijing: China Medical Science Press.
- 12 Li, S.-L., Lin, G., Chan, S.-W., & Li, P. (2001). Determination of the major isosteroidal alkaloids in bulbs of *Fritillaria* by high-performance liquid chromatography coupled with evaporative light scattering detection. *J. Chromatogr.*, 909, 207–214.
- 13 Xiang, L., Su, Y., Li, X., Xue, G., Wang, Q., Shi, J., Wang, L. & Chen S. (2016). Identification of *Fritillariae bulbosus* from adulterants using ITS2 regions. *Plant Gene.*, 7, 42–49.
- 14 Li, H.J., Jiang, Y., & Li, P. (2006). Chemistry, bioactivity and geographical diversity of steroidal alkaloids from the *Liliaceae* family. *J. Nat. Prod. Rep.*, 23(5), 735–752.
- 15 An, J.J., Zhou, J.L., & Li, H.J. (2010). Puqienine E: an angiotensin converting enzyme inhibitory steroidal alkaloid from *Fritillaria puqiensis*. *Fitoterapia*, 81(3), 149–152.
- 16 Xu, F., Xu, S. & Wang, L. (2011). Antinociceptive efficacy of verticinone in murine models of inflammatory pain and paclitaxel induced neuropathic pain. *Biol. Pharm. Bull.*, 34(9), 1377–1382.
- 17 Zhang, Q.J. Zheng, Z.F., & Yu, D.Q. (2011). Steroidal alkaloids from the bulbs of *Fritillaria unibracteata*. *J. Asian Nat. Prod. Res.*, 13(12), 1098–1103.
- 18 Zhang, Y.H., Yang, X.L., & Zhang, P. (2008). Cytotoxic alkaloids from the bulbs of *Fritillaria hupehensis*. *Chem. Biodivers.*, 5(2), 259–266.
- 19 Yun, Y.G., Jeon, B.H. & Lee, J.H. (2008). Verticinone induces cell cycle arrest and apoptosis in immortalized and malignant human oral keratinocytes. *Phytother Res.*, 22(3), 416–423.
- 20 Dzhanalieva, K.M., Budnikova, T.I., Vesselov, E.N., Davletkalieva, K.K., Davlyatshin, I.I., Zhapbasbaev, M.Zh., Naumenko, A.A., & Uvarov, V.N. (1998). *Fizicheskaiia heohrafiia Respubliki Kazakhstan [Physical geography of the Republic of Kazakhstan]*. Almaty [in Russian].
- 21 Bykov, B.A. (1978). *Heobotanika [Geobotany]*. Alma-Ata: Nauka [in Russian].
- 22 Korchagin, A.A. (1964). Vidovoi (floristicheskii) sostav rastitelnykh soobshchestv i metody eho izucheniia [Species (floristic) composition of plant communities and methods of its study]. *Polevaia heobotanika — Field Geobotany*. (Vol. 3). Moscow-Leningrad: Publishing house of the Academy of Sciences of the USSR [in Russian].

A.E. Konkabayeva\*, A.S. Erubay, E. Gaibel

*Karagandy University of the name of academician E.A. Buketov, Karaganda, Kazakhstan*

*\*Corresponding author: aiman54@mail.ru*

### **Hematological parameters in rats poisoned with cadmium nitrate and in biocorrection with the infusion of *Beta vulgaris* seeds**

Nowadays, using plant extracts and infusions as protectors against the impact of heavy metals, the molecular mechanisms, protective and adaptive reactions of plants are studied. The purpose of this article was to study the protective properties of beetroot seeds infusion in acute and sub-acute poisoning of rats with cadmium nitrate. For this experiment, we used 50 male rats. The animals were exposed to Cd nitrate, with an initial weight of  $180 \pm 30$  g. The first groups of rats were injected with cadmium nitrate at a dose of 0.1 g/L intraperitoneally, the second groups received a 0.01 % solution of cadmium nitrate, 1 mL, 5 days a week, orally for 10 and 24 days. General blood tests and biochemical parameters in rats were investigated. By biochemical parameters, we determined liver enzymes alanine aminotransferase (ALT), aspartate aminotransferase (AST), bilirubin, glucose, urea, creatinine, and total protein. The mean  $\pm$  SEM values were calculated for each group to determine the significance of the intergroup difference. Each parameter was analyzed separately using the one-way analysis of variance (ANOVA) test. To determine the difference between groups, Student's «t»-test was used. Studies showed the presence of variations in the parameters of leukocytes, erythrocytes and platelets depending on the period of days of poisoning and biocorrection. There were small changes in the content of urea, creatinine, and protein, which were not reliably confirmed. As a result, our research allowed asserting that the use of *Beta vulgaris* infusion in acute and subacute experiments with poisoning of animals with cadmium nitrate had a positive hepatoprotective effect.

*Keywords:* cadmium nitrate, infusion of *Beta vulgaris* seeds, hematological parameters, biochemical analysis, bio correction.

#### *Introduction*

Heavy metals have not been a problem as long as they are components of our environment at a balanced level, but human activities towards modern life and industrialization have increased the distribution of heavy metals and their bioavailability [1]. Industrial waste and wastewater manufacture, mining and metallurgy, energy and fuel production, vehicle emissions and agricultural fertilization are some of the most important human activities leading to increased environmental pollution by heavy metals [2].

Cadmium is one of the most toxic heavy metals, the availability and biological concentrations of which have increased in recent decades due to various types of human activities [3]. Chronic exposure to cadmium can have side effects such as lung cancer, lung adenocarcinomas, proliferative lesions of the prostate, bone fractures, kidney dysfunction and hypertension [4]. Cadmium is a heavy metal, belongs to the second class of hazard, and has a pronounced tendency to accumulate in the body. Cadmium poisoning occurs when it enters the stomach or by inhalation. The absorbed cadmium accumulates in the liver and kidneys as a complex with metallothionein. In erythrocytes and soft tissues, cadmium binds to  $\alpha$ 2-macroglobulin and albumin. Cadmium binds to sulfhydryl groups of proteins, which leads to inactivation of enzymes; inhibits the activity of mitochondria, increases free radical oxidation in cells. With further development of intoxication, there are nosebleeds, ulcers and perforations of the nasal septum, and other complications, chronic obstructive pulmo-

nary diseases with the development of progressive pneumosclerosis and emphysema, gastrointestinal disorders, liver damage. From the side of the blood, hypochromic anemia or compensatory erythrocytosis are observed [5].

The most commonly used therapeutic strategy for heavy metal poisoning is chelation therapy to promote metal excretion. However, chelators for Cd and Pb toxicity are themselves reported to have a number of different safety and efficacy concerns. None of the chelation therapies for Cd toxicity has yet been approved for clinical use thus far [6].

Many studies in both animals and humans have shown that a deficiency in essential metals such as zinc, calcium or iron can lead to greater absorption and toxicity of Cd and Pb [7–9]. Therefore, it is logical to suggest that the supplementation with essential metals can provide protective effects against Cd and Pb intoxication.

Particular interest at present is the use of plant extracts and infusions as protectors when exposed to heavy metals, the molecular mechanisms underlying the capture and transport of elements, as well as the protective and adaptive reactions of plants are widely studied [10]. Edible plant supplements can not only increase the level of vitamins and essential metals in the human body, but also reduce the risks of Cd toxicity. In connection with the above, the purpose of our research was to study the protective properties of common beetroot seed infusion during acute and sub-acute poisoning of rats with cadmium nitrate.

### *Materials and methods*

#### *Preparation of infusion of Beta vulgaris seeds*

Seeds for research were obtained from the collection of Michurin agricultural town and were identified by the experts of the Department of Botany of the Faculty of Biology and Geography of E.A. Buketov Karaganda University. 3.5 g of dried seeds were taken; they were infused in 200 mL of water at a temperature of 80–90 °C for 1 hour and filtered. Then the freshly prepared filtrate was used in the study for five hours.

#### *Animals and tissue preparation*

This research complied with the ethical principles outlined in the European Community Directive (86/609EC) and the requirements of the World Animal Protection (WSPA).

In the experiment, a total of 50 male non-linear rats were used. The rats were housed five per cage and had free access to food and water. They were exposed to a 14–10-h light-dark cycle, the room temperature was controlled at  $22 \pm 3$  °C. Rats were poisoned with Cd nitrate, which was administered in some animals at a dose of 0.1 g/L single intraperitoneally, other animals obtained 0.01 % 1 mL cadmium nitrate solution 5 days a week orally for 24 days — daily to each animal per orally. Animals were exposed to Cd nitrate when they weighed  $180 \pm 30$  g. Experiments were performed during 10 and 24 days. The 50 non-linear rats were divided into five groups according to:

G1: Rats exposed to Cd (in the form of Cd nitrate), 1 mL per rat single intraperitoneal dose of 0.1 g/L.

G2: This group received Cd nitrate 1 mL per rat single intraperitoneal dose of 0.1 g/L + seeds infusion (3.6 mL per rat during first 5 hours of the light part of the day) for 10 days.

G3: Rats exposed to Cd (in the form of Cd nitrate), 1 mL per rat for 24 days.

G4: This group received Cd nitrate (1 mL per rat) + seeds infusion (3.6 mL per rat during first 5 hours of the light part of the day) for 24 days.

G5: Rats ( $n = 10$ ) received water during 24 days.

Animals were sacrificed by decapitation under ether anesthesia.

At the same time, rat blood was collected for hematological and biochemical analysis. Blood analysis was determined on an automatic hematology analyzer KX-21 Sysmex (Japan). The liver enzymes ALT, AST, bilirubin, glucose, urea, creatinine and total protein were determined in blood serum samples on the automatic biochemical analyzer A-25 Biosystems (Spain).

#### *Statistics*

The mean  $\pm$  SEM values were calculated for each group to determine the significance of the intergroup difference. Each parameter was analyzed separately using the one-way analysis of variance (ANOVA) test. To determine the difference between groups, Student's «t»-test was used.  $P < 0.05$  were considered to be significant.



### Results and discussion

The parameters of the general blood analysis of rats poisoned with cadmium nitrate and in bio correction of beetroot seeds are shown in Table 1. Studies have shown the presence of variations in the indicators of white blood cells, red blood cells and platelets depending on the period of days of poisoning and bio correction.

Thus, a comparison of the results obtained in the groups of animals with acute poisoning with cadmium nitrate (group 1) and poisoning with subsequent bio correction (group 2) revealed that the content of white blood cells after bio correction with beetroot seed infusion significantly ( $P \leq 0.05$ ) increased in comparison with the control and the result of the first groups (Table 1).

Table 1

**General blood analysis of rats after acute and sub-acute poisoning with cadmium nitrate and bio correction with beet seeds infusion**

Parameters	Acute poisoning 1 day, autopsy by day 10 (group 1)	Acute poisoning followed by 10 days of bio correction with infusion of <i>Beta vulgaris</i> seeds (group 2)	24 days of poisoning (group 3)	24 days of poisoning with bio correction with infusion of <i>Beta vulgaris</i> seeds (group 4)	Control (group 5)
WBC $\times 10^9/L$	4.04 $\pm$ 0.95*	7.0 $\pm$ 0.1*	6.000 $\pm$ 1.280	6.425 $\pm$ 0.638	7.6 $\pm$ 1.860*
RBC $\times 10^{12}/L$	3.20 $\pm$ 0.13*	4.9 $\pm$ 0.23*	4.075 $\pm$ 0.444	4.460 $\pm$ 0.063	5.190 $\pm$ 0.107*
HGB g/L	109.40 $\pm$ 2.40	109.7 $\pm$ 2.67	108.000 $\pm$ 4.400	108.400 $\pm$ 3.267	113.000 $\pm$ 2.000
HCT L/L	0.19 $\pm$ 0.001*	0.3 $\pm$ 0.01*	0.247 $\pm$ 0.017	0.249 $\pm$ 0.005	0.296 $\pm$ 0.003
MCV fL	59.50 $\pm$ 1.33	57.2 $\pm$ 0.75	55.933 $\pm$ 1.067	56.800 $\pm$ 1.100	57.100 $\pm$ 0.667
MCH pg	34.34 $\pm$ 2.03*	22.7 $\pm$ 0.52	24.533 $\pm$ 1.433	23.660 $\pm$ 1.007	21.850 $\pm$ 0.833*
MCHC g/L	576.60 $\pm$ 21.07*	397.0 $\pm$ 14.50*	478.250 $\pm$ 48.700	429.6 $\pm$ 16.570	382.000 $\pm$ 10.000*
PLT $\times 10^9/D$	259.40 $\pm$ 19.93*	370.3 $\pm$ 70.33	402.000 $\pm$ 69.600	464.000 $\pm$ 52.667	375.500 $\pm$ 57.667*

Note: \* — reliability  $P < 0.05$ .

The content of red blood cells revealed significant differences between the results of the first group and the second, also the control and the first group ( $P \leq 0.05$ ). There were no significant differences in the hemoglobin content, although it is known that changes in the number of red blood cells are usually associated with changes in the level of hemoglobin. A decrease in hematocrit was found in the first group of rats compared to the control group and the second group ( $P \leq 0.05$ ), which is probably associated with a decrease in the number of red blood cells in animals of this group.

The erythrocyte indices that we have investigated allow us to estimate the red blood size in them. They characterize the cells themselves, rather than their number, so they are relatively stable parameters. Thus, the average volume of red blood cells did not have significant differences in the study groups. The average hemoglobin content in red blood cells reflects how much hemoglobin is contained on average in one red blood cell. In our study, this indicator was significantly higher in the first group of rats compared to the second group and the control. The indicator of erythrocyte saturation with hemoglobin, in contrast to MCH, does not characterize the amount of hemoglobin in the cell, but the «density» of filling the cell with hemoglobin. This indicator is significantly higher in the first group of rats than in the second and control groups. The platelet count was also significantly lower in the first group of animals that received bio correction. Thus, in the second group with the bio correction after acute poisoning, the increase in all the studied blood cell components was found: white blood cells, red blood cells, and platelets, in comparison with the first group. At the same time, erythrocyte indices: the average hemoglobin content in red blood cells, the indicator of erythrocyte saturation with hemoglobin was increased and higher than the control values. It can be considered as a compensatory reaction of the body.

When comparing the results after a sub-acute 24-day poisoning (group 3) and poisoning with subsequent correction (group 4) with infusion of common beetroot seeds in blood tests, no significant differences could be identified. However, there were tendencies for an increase in the platelet count in the third group and, to a greater extent, in the fourth group with correction compared to the control. A similar trend was observed for the average concentration of hemoglobin in erythrocytes.

By biochemical parameters, we determined liver enzymes alanine aminotransferase (ALT), aspartate aminotransferase (AST), bilirubin, glucose, urea, creatinine, and total protein (Table 2).

The first group of animals (acute) showed the highest level of changes in blood biochemical parameters in terms of the content of AST, ALT, and glucose in comparison with other groups studied (Fig. 1, 2).

Table 2

**Biochemical analysis of rat blood after acute and sub-acute poisoning with cadmium nitrate and correction with beetroot seed infusion**

Parameters	Acute poisoning 1 day, autopsy by day 10 (group 1)	Acute poisoning followed by 10 days of bio correction with infusion of <i>Beta vulgaris</i> seeds (group 2)	24 days of poisoning (group 3)	24 days of poisoning with bio correction with infusion of <i>Beta vulgaris</i> seeds (group 4)	Control (group 5)
Protein g/l	55,75±1,1	57,6±1,07	57±2	60,2±1,8*	56±2,67
Urea μmol/l	3,4±0,08	3,92±0,58	3,57±0,18	4,1±0,13	4,05±0,03
Creatinine μmol/l	61,45±6,26	57,84±3,87*	62,37±0,62	55,14±4,36	60,6±4,33
Glucose mol/l	6,48±0,26	6,38±0,31	7,6±0,1*	6,48±0,45	6,4±0,2
Bilirubin μmol/l	9,5±1,8	8,64±0,81	11±1,00	10,2±1,2	11,5±0,33

Note: \* — reliability P < 0.05.

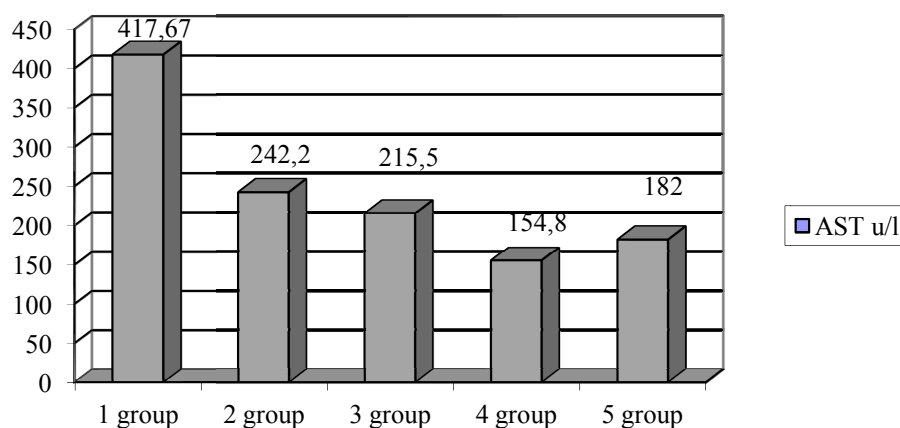


Figure 1. AST u/L

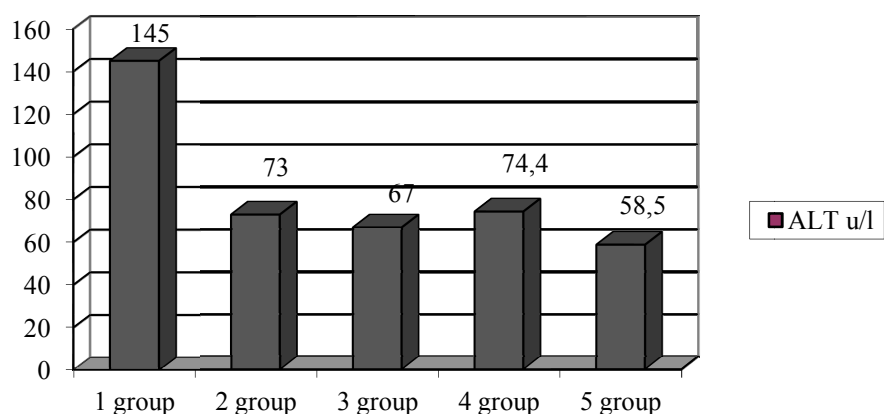


Figure 2. ALT u/L

After correction with the infusion of *Beta vulgaris* seeds in rats of the second and fourth groups, the indicators of liver enzymes significantly decreased. In the analyses of the group with acute priming with cad-

mium nitrate, AST decreased from  $417.67 \pm 45.83$  till  $242.20 \pm 27.87$  u/L, i.e. 1.7 times. Similarly, when comparing this indicator in groups 3 and 4, AST decreased by 1.4 times after biocorrection. There were small changes in urea, creatinine, and protein levels that were not reliable confirmed.

### Conclusion

As a result, our research allowed asserting that the use of *Beta vulgaris* infusion in acute and sub-acute experiments with poisoning of animals with cadmium nitrate had a positive effect on blood parameters and positive hepatoprotective effect.

### References

- 1 Lamastra L. Sewage sludge for sustainable agriculture: contaminants' contents and potential use as fertilizer / L. Lamastra, N.A. Suci, M. Trevisan // Chem. Biol. Technol. Agril. — 2018. — Vol. 5, No. 1. — P. 10.
- 2 Khan Z.I. Assessment of trace metal and metalloids accumulation and human health risk from vegetables consumption through spinach and coriander specimens irrigated with wastewater / Z.I. Khan, I. Ugulu, K. Ahmad, S. Yasmeen, I.R. Noorka, N. Mehmood, M. Sher // Bull. Environ. Contam. Toxicol. — 2018. — Vol. 101, No. 6. — P. 787–795.
- 3 Ghosh R. Cadmium toxicity in plants: unveiling the physicochemical and molecular aspects / R. Ghosh, S. Roy // Cadmium Tolerance in Plants, Academic Press. — 2019. — P. 223–246.
- 4 Jaishankar M. Toxicity mechanism and health effects of some heavy metals / M. Jaishankar, T. Tseten, N. Anbalagan, B.B. Mathew, K.N. Beeregowda // Interdiscip. Toxicol. — 2014. — Vol. 7, No. 2 — P. 60–72.
- 5 Арустамян О.М. Вплив сполук кадмію на організм людини / О.М. Арустамян, В.С. Тканчишин, О.Ю. Алексійчук // Медицина неотложных состояний. — 2016. — Вып. 7 (78). — С. 109–114.
- 6 McCarty M.F. Zinc and multi-mineral supplementation should mitigate the pathogenic impact of cadmium exposure / M.F. McCarty // Med. Hypotheses. — 2012. — Vol. 79. — P. 642–648.
- 7 Reeves P.G. Marginal nutritional status of zinc, iron, and calcium increases cadmium retention in the duodenum and other organs of rats fed rice-based diets / P.G. Reeves, R.L. Chaney // Environ. Res. — 2004. — Vol. 96. — P. 311–322.
- 8 Larsson S.E. Effect of cadmium on skeletal tissue in normal and calcium-deficient rats / S.E. Larsson, M. Piscator // Isr. J. Med. Sci. — 1971. — Vol. 7. — P. 495–498.
- 9 Hammad T.A. Relationship between blood lead and dietary iron intake in preschool children: A cross-sectional study / T.A. Hammad, M. Sexton, P. Langenberg // Ann. Epidemiol. — 1996. — Vol. 6. — P. 30–33.
- 10 Haferburg G. Metallomics: lessons for metalliferous soil remediation / G. Haferburg, E. Kothe // Appl. Microbiol. Biotechnol. — 2010. — Vol. 87. — P. 1271–1280.

A.E. Конкабаева, А.С. Ерубай, Е. Гайбель

## Кадмий нитратымен уландырылған егеуқұйрықтардың гематологиялық көрсеткіштері және *Beta vulgaris* тұқымының тұнбасымен биокоррекциялау

Бүгінгі таңда өсімдік сығындылары мен тұнбаларын протектор ретінде ауыр металдардың әсеріне пайдалануы кезінде өсімдіктердің молекулалық механизмдерін, қорғаныс және бейімделу реакцияларын зерттейді. Мақаланың мақсаты егеуқұйрықтарды өткір және жедел кадмий нитратымен уландыру кезінде қарапайым қызылша тұқымы тұнбасының қорғаныс қасиеттерін зерттеу болды. Экспериментте біз 50 еркек егеуқұйрықты қолдандық. Cd нитратына ұшыраған егеуқұйрықтардың бастапқы салмағы  $180 \pm 30$  г болатын. Егеуқұйрықтардың бір тобына кадмий нитраты  $0,1$  г/л дозада ішастарішіне енгізілді, екінші тобы  $0,01\%$  кадмий нитратының ерітіндісін  $1$  мл-ден аптаның  $5$  күнінде ауыз арқылы  $10$  және  $24$  күннің аралығында ішті. Егеуқұйрықтардың жалпы қан анализі және биохимиялық көрсеткіштері зерттелді. Биохимиялық параметрлер бойынша бауыр ферменттері аланинаминотрансфераза (АЛАТ), аспартатаминотрансфераза (АСАТ), билирубин, глюкоза, несепнәр, креатинин және жалпы ақуыз анықталды. Топтар арасындағы айырмашылықтардың маңыздылығын анықтауда әр топ үшін  $\pm$  SEM орташа мәні есептелді. Әр параметр біржақты дисперсиялық талдау (ANOVA) тестін қолдана отырып бөлек талданды. Топтар арасындағы айырмашылықты анықтау үшін t-критерий Стьюденті қолданылды. Зерттеулер лейкоциттер, эритроциттер және тромбоциттер көрсеткіштері бойынша уландырылу және биокоррекция күндерінің ұзақтығына байланысты өзгермелі екенін көрсетті. Несепнәр, креатинин және ақуыз мөлшері бойынша шамалы өзгерістер байқалды, олардың нәтижелері сенімді расталмаған. Жүргізілген зерттеулер нәтижесінде кадмий нитратымен жануарлардың тұқымымен өткір және жедел тәжірибелерде қарапайым қызылша тұнбасын қолдану оң гепатопротекторлық әсерге ие екенін көруге болады.

*Кілт сөздер:* кадмий нитраты, *Beta vulgaris* тұқымының тұнбасы, гематологиялық көрсеткіштер, биохимиялық анализ, биокоррекция.

А.Е. Конкабаева, А.С. Ерубай, Е. Гайбель

## Гематологические показатели у крыс при затравке нитратом кадмия и биокоррекции настоем семян *Beta vulgaris*

На сегодняшний день, используя растительные экстракты и настои в качестве протекторов при воздействии тяжелых металлов, исследуют молекулярные механизмы, защитные и адаптивные реакции растений. Целью статьи явилось изучение протекторных свойств настоя семян свеклы обыкновенной при острой и подострой затравке крыс нитратом кадмия. В эксперименте мы использовали 50 самцов крыс. Животные подвергались воздействию нитрата Cd, с изначальным весом  $180 \pm 30$  г. Одним группам крыс вводили нитрат кадмия в дозе 0,1 г/л внутрибрюшинно, вторые группы получали 0,01 % раствор нитрата кадмия по 1 мл 5 дней в неделю орально в течение 10 и 24 дней. Были исследованы следующие параметры: общий анализ крови и биохимические показатели у крыс. По биохимическим параметрам определяли ферменты печени аланинаминотрансфераза (АЛАТ), аспаратаминотрансфераза (АСАТ), билирубин, глюкоза, мочевины, креатинин и общий белок. Для каждой группы рассчитывали средние значения  $\pm$  SEM, чтобы определить значимость межгрупповых различий. Каждый параметр анализировали отдельно с использованием теста одностороннего дисперсионного анализа (ANOVA). Для определения разницы между группами использовали t-критерий Стьюдента. Исследования показали наличие вариаций по показателям лейкоцитов, эритроцитов и тромбоцитов в зависимости от продолжительности дней затравки и биокоррекции. По содержанию мочевины, креатинина и белка отмечались небольшие сдвиги, которые не имели достоверных подтверждений. Проведенные нами исследования позволили утверждать, что применение настоя свеклы обыкновенной в острых и подострых экспериментах с затравкой животных нитратом кадмия имело положительное гепатопротекторное действие.

**Ключевые слова:** нитрат кадмия, настой семян *Beta vulgaris*, гематологические показатели, биохимический анализ, биокоррекция.

### References

- 1 Lamastra, L., Suci, N.A., & Trevisan, M. (2018). Sewage sludge for sustainable agriculture: contaminants' contents and potential use as fertilizer. *Chem. Biol. Technol. Agril.*, 5(1), 10.
- 2 Khan, Z.I., Ugulu, I., Ahmad, K., Yasmeen, S., Noorka, I.R., Mehmood, N., & Sher, M. (2018). Assessment of trace metal and metalloids accumulation and human health risk from vegetables consumption through spinach and coriander specimens irrigated with wastewater. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 101 (6), 787–795.
- 3 Ghosh, R., & Roy, S. (2019). Cadmium toxicity in plants: unveiling the physicochemical and molecular aspects. *Cadmium Tolerance in Plants, Academic Press*, 223–246.
- 4 Jaishankar, M., Tseten, T., Anbalagan, N., Mathew, B.B. & Beeregowda, K.N. (2014). Toxicity mechanism and health effects of some heavy metals. *Interdiscip. Toxicol.*, 7 (2), 60–72.
- 5 Arustamyan, O.M., Tkanchishin, V.S., & Aleksyichuk, O.Yu. (2016). Vplyv spoluk kadmiyu na orhanizm lyudyny [Influence of cadmium compounds on the human body]. *Meditsina neotlozhnykh sostoianni — Medicine of urgent conditions*, 7 (78), 109–114 [in Ukrainian].
- 6 McCarty, M.F. (2012). Zinc and multi-mineral supplementation should mitigate the pathogenic impact of cadmium exposure. *Med. Hypotheses*, 79, 642–648.
- 7 Reeves, P.G., & Chaney, R.L. (2004). Marginal nutritional status of zinc, iron, and calcium increases cadmium retention in the duodenum and other organs of rats fed rice-based diets. *Environ. Res.*, 96, 311–322.
- 8 Larsson, S.E., & Piscator, M. (1971). Effect of cadmium on skeletal tissue in normal and calcium-deficient rats. *Isr. J. Med. Sci.*, 7; 495–498.
- 9 Hammad, T.A., Sexton, M., & Langenberg, P. (1996). Relationship between blood lead and dietary iron intake in preschool children: A cross-sectional study. *Ann. Epidemiol.*, 6, 30–33.
- 10 Haferburg, G., & Kothe, E. (2010). Metallomics: lessons for metalliferous soil remediation. *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 87, 1271–1280.

Z.B. Sabirov<sup>1,2\*</sup>, A.B. Eshmagambetova<sup>2</sup>, G.K. Turlybekova<sup>2</sup>,  
N.M. Duzbayeva<sup>2</sup>, M.A. Mukasheva<sup>2</sup>, I.A. Onoshko<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Institute of Public Health and Professional Health of Medical University of Karaganda, Karaganda, Kazakhstan;*

<sup>2</sup>*Karagandy University of the name of academician E. A. Buketov, Karaganda, Kazakhstan;*

<sup>3</sup>*Municipal state institution «Middle School of General education № 63», Karaganda, Kazakhstan*

\*Corresponding author: [audacious\\_zap@mail.ru](mailto:audacious_zap@mail.ru)

## **Biochemical parameters of blood plasma of the male population living on the territory of the Aral Sea**

The Aral Sea ecological disaster zone affects the health status of the population living in this zone. Biochemical parameters are indicators of the metabolic functionality of the body. The article presents data about the biochemical parameters of blood plasma in the male population living in the ecological crisis zone of the Aral Sea region. It is shown that when determining the majority of indicators of biochemical analysis within the physiological norm, there is a significant percentage of people with deviations in these indicators. Such data make it possible to assume about the factors that can affect the entire population and have massive manifestations. Certainly, these factors, include the negative impact of the environment on public health. An increase in gamma — glutamyltransferase was found in 41 % of the subjects, an increase in cholesterol in 38 % and an increase in triglycerides in 34 %. In the inhabitants of the Aral Sea, a correlation was found between the biochemical parameters of blood serum from the dose of chemicals. It was shown that long-term chemical load in the crisis zone of the Aral Sea region causes a deviation of protein metabolism. The results obtained indicate a significant percentage of people with metabolic stress in the process of adaptation to high chemical load.

*Keywords:* a biochemical analysis, frequency of manifestation of a trait, metabolic parameters, gamma-glutamyltransferase, environmental pollution, ecology.

### *Introduction*

As a result of partial shallowing and drying of the Aral Sea, a technogenic biogeochemical province arose in the Aral Sea region of Kazakhstan [1]. One of the risk factors in the Aral Sea region is persistent chemical pollutants (POPs), which have the ability to influence metabolic processes in the human body, creating conditions for the development of various pathologies [2]. According to the comprehensive sanitary and hygienic assessment (2014 — 2016), the hazard index of environmental pollution in the city of Aralsk is at the level of 48 points, in accordance with this criterion, the territory belongs to the crisis zone [3].

Endotoxins can cause metabolic changes, which in turn is a pathogenetic link in the development of metabolic syndrome, multiple organ failure, and ischemic damage [4–5]. There is no doubt that the greatest effect in the prevention of organ disorders can be achieved at the initial stages, when prenosological mechanisms has a leading role in the pathogenesis of the disease process [6].

It is known that the detoxification of chemical xenobiotics mainly occurs in the liver. Changes in the activity of enzymes in the biological fluid ( $\gamma$ -glutamyl transferase, alanine aminotransferase, aspartate aminotransferase) indicates a dysfunction of the hepatobiliary system. A decrease in the amount or function of hepatic metabolic enzymes (gamma-glutamyl transpeptidase, albumin, alanine aminotransferase, aspartate aminotransferase), indicates an increase in hydrolysis and a violation of biosynthetic processes in the liver. Due to the fact that these enzymes normally bind and remove all toxins during the transport and metabolic function, their reduction (hypoenzimomy) negatively affects the functional state of the body. As a result, there is an accumulation of non-neutralized xenobiotics and various metabolic products and, as a result, endotoxiosis develops. According to the literature data, indicators of biochemical blood test informatively show the severity of metabolic disorders and the degree of adaptation to stressful situations [5, 7–9].

Currently, metabolic disorders are considered as one of the risk factors in the development of many disorders and pathologies. This determines the relevance of the study of metabolic changes in the body in conditions of ecological trouble.

The aim of the work was to determine the state of the metabolic status of men living in the ecological crisis zone of the Aral Sea region.

### Methodology

Biochemical blood tests were carried out for 13 parameters of blood plasma — alanine aminotransferase (ALAT), aspartate aminotransferase (ASAT), total amylase, total protein, glucose, gamma-glutamyl transferase (GGT), creatinine, urea, alkaline phosphatase (ALP), cholesterol, triglyceride acid (MC), uric acid, medium molecules. A total of 209 men living in the city of Aralsk were examined. Biochemical studies were performed on a StarDust MC-15 semi-automatic analyzer (Germany, 2010) using reagents from «DyaSys».

To perform a biochemical blood test in men living in the city of Aralsk, a group was formed, which included persons meeting the following criteria: a) age from 18 to 69 years; b) male persons; c) living in the area for at least 10 years; d) having no contact with harmful working conditions.

The research materials were processed by mathematical and statistical methods using Statistica 10.0 software for statistical data processing. Statistical processing of the data included calculating the median, arithmetic means (M), standard errors of arithmetic means (m), confidence intervals (CI), and standard deviation for variables with normal distribution. Normality of distribution was checked by evaluating the Shapiro-Wilk test and the Kolmogorov-Smirnov test. To identify a linear relationship, Pearson's pair correlation coefficient was used for indicators with a normal distribution.

### Results and Discussion

Biochemical studies of blood plasma of the male population aged 18–69 years living in the city of Aralsk are presented in Table 1 (quantitative analysis). A quantitative analysis showed that the average values of biochemical parameters in blood plasma of the male population living in the city of Aralsk were within the physiological norm, the exception was the average value of total protein, which exceeded the established norm by 3 units and amounted to 88 g/l. But it is worth noting that several indicators showed an excess of physiological norms at the upper limit of the confidence interval: asat — up to 39 U/L, total protein — up to 92 g/L, GGT — up to 43 U/L and triglycerides — up to 1.9 mmol/l.

Table 1

**Biochemical parameters of blood plasma of the male population living in the city of Aralsk (quantitative analysis)**

Blood biochemical parameters (N=209)	Physiological norms	M	CI	Standard deviation
ALAT	Up to 40 units/l	27	20±35	1.2
ASAT	Up to 37 units/l	30	24±39	1.2
Amylase	Up to 110 units/l	63	49±81	1.7
Total Protein	65–85 g/l	88	83±92	0.6
Glucose	4.2–6.2 mmol/L	4.4	4.1±4.8	0.09
GGT	7–32 units/l	29	24±43	1.4
Creatinine	62–115 mmol/l	75	65±84	1.1
Urea	1.7–8.3 mmol/l	3.4	2.5±4.4	0.1
ALP	Up to 117 units/l	89	75±101	1.6
Cholesterol	Up to 5.12 mmol/L	4.8	4.3±5.8	0.2
Triglycerides	0.14–1.82 mmol/L	1.3	1±1.9	0.1
Uric acid	202–416 mmol/L	315	247±347	13.4
Medium molecules	0.2–0.3 units/l	0.3	0.2±0.9	0.1

Although the mean values were within the physiological norm, it is important to emphasize that this revealed a significant percentage of the subjects with deviations in several biochemical parameters. Frequency biochemical analysis of the blood of the adult male population living in the city of Aralsk aged 18–69 years has revealed that:

- 1) an increase in the ALAT content was observed in 16 % of the examined individuals;
- 2) an increase in ASAT in 27 %;
- 3) an increase in total protein in 61 %;
- 4) an increase in GGT in 41 %, an increase in cholesterol in 38 %;
- 5) an increase in triglycerides in 34 %;
- 6) an increase in medium molecules in 23 %.

There was also a decrease in the content of such biochemical parameters as glucose (28 % of the subjects), creatinine (14 % of the subjects), medium molecules (29 % of the subjects).

Thus, it can be noted that the biochemical parameters for which changes were most often found in frequency analysis are total protein, GGT, cholesterol and triglycerides (Table 2).

Table 2

**Biochemical parameters of blood plasma of the male population  
living in the city of Aralsk (frequency analysis)**

Blood biochemical parameters (N=209)	Physiological norms	Percentage of examined, % M±m	CI	Standard deviation
<b>ALAT</b>	Up to 40 units/l			
within normal limits		84±2.5	84.6±83.9	6.4
above normal limits		16±2.5	16.1±15.4	6.4
<b>ASAT</b>	Up to 37 units/l			
within normal limits		73±3.1	78.8±66.6	9.5
above normal limits		27±3.1	33.4±21.1	9.5
<b>Amylase</b>	Up to 110 units/l			
within normal limits		94±1.6	94.5±94.0	2.6
above normal limits		6±1.6	5.9±5.6	2.6
<b>Total Protein</b>	65–85 g/l			
within normal limits		39±3.4	45.5±32.0	11.4
above normal limits		61±3.4	67.9±54.5	11.4
<b>Glucose</b>	4.2–6.2 mmol/L			
within normal limits		68±3.2	74.9±61.9	10.0
below normal limits		28±3.1	33.9±21.5	10.0
above normal limits		4±1.3	4.0±3.7	1.8
<b>GGT</b>	7–32 units/l			
within normal limits		59±3.4	65.7±52	11.6
above normal limits		41±3.4	47.9±34.3	11.6
<b>Creatinine</b>	62–115 mmol/l			
within normal limits		85±2.5	85±84	6.2
below normal limits		14±2.4	14.7±14.0	5.9
above normal limits		1±0.7	1.1±0.9	0.5
<b>Urea</b>	1.7–8.3 mmol/l			
within normal limits		95±1.5	94.9±94.5	2.4
below normal limits		5±1.5	4.9±4.6	2.2
above normal limits		0.5±0.5	0.6±0.4	0.2
<b>ALP</b>	Up to 117 units/l			
within normal limits		86±2.4	86.5±85.8	5.7
above normal limits		14±2.4	14.2±13.5	5.7
<b>Cholesterol</b>	Up to 5.12 mmol/L			
within normal limits		62±3.4	68.4±54.9	11.3
above normal limits		38±3.4	45.0±31.6	11.3
<b>Triglycerides</b>	0.14–1.82 mmol/L			
within normal limits		64±3.3	70.7±57.5	11.0
below normal limits		2±0.9	2.1±1.8	0.9
above normal limits		34±3.3	40.5±27.4	10.7
<b>Uric acid</b>	202–416 mmol/L			
within normal limits		83±2.7	83.2±82.4	7.1
below normal limits		11±2.2	10.9±10.3	4.8
above normal limits		7±1.8	6.8±6.3	3.1
<b>Medium molecules</b>	0.2–0.3 units/l			
within normal limits		48±2.7	53.3±42.7	7.1
below normal limits		29±2.4	34.1±24.4	5.9
above normal limits		23±2.2	27.2±18.3	5.0

In 41 % of men, an increase in gamma-glutamyltransferase is observed, which indicates long-term exposure to chemical factors of «low intensity» and, as a reaction of the body, autosensitization processes are possible. A relationship was found between the GGT index and the dose load of sulfates received by inhalation ( $r = 0.3$ ,  $p < 0.05$ ). Based on the revealed correlation, a predictive model was built  $y = 19.59 + 0.14x$ , regression coefficient  $R = 0.3$ , determination coefficient  $R^2 = 0.052$ , Fisher coefficient  $F = 15.45$ , model estimate  $p < 0.005$ .

A relationship was found between the urea indicator in people living in the crisis zone and the dose load of sulfur dioxide, which is inhaled ( $r = 0.31$ ,  $p < 0.05$ ). Based on the revealed correlation, a prognostic model was built at  $y = 2.41 + 0.02x$ , regression coefficient  $R = 0.311$ , determination coefficient  $R^2 = 0.096$ , Fisher coefficient  $F = 60.29$ , model estimate  $p < 0.005$ .

As you know, GGT is a marker reflecting the work of the liver and hepatobiliary tract, including damage to cell membranes under the influence of toxic agents [10], and urea reflects the work of the kidneys and the degree of impairment of the filtration and excretory functions of the organ. Due to the fact that the processes of biotransformation of alien substances occur in the liver, gastrointestinal tract, lungs, kidneys, this can confirm the metabolic mechanisms of the formation of diseases caused by environmental exposure, and indicate the detected correlations [11].

### Conclusions

Massive changes in the parameters of biochemical analysis indicate that the reason is extensive, and can affect the spread of traits in whole population. These reasons include the environmental impact of environmental factors on the health of the population, which is also confirmed by correlation analysis and literature data. Apparently, the change in some metabolic parameters in a certain part of the population occurs due to different variations in resistance to environmental environmental factors that affect the body. Because the exposure for each participant of study was the same, the body's reserves aimed at maintaining homeostasis are the key to functioning, neutralization and metabolic stability under conditions of living in unfavorable environmental conditions.

The results obtained indicate a significant tension of the metabolic status in the examined individuals in the process of adaptation to a high chemical load. According to the obtained data, the organs — targets in conditions of ecological trouble are the liver and kidneys, which is consistent with the literature data. Long-term chemical load in the crisis zone of the Aral Sea region in the exposed population, in particular, in persons of reproductive age, causes a violation of protein metabolism. The results obtained indicate a significant percentage of people with metabolic stress in the process of adaptation to high chemical load.

### References

- 1 Закон Республики Казахстан от 30 июня 1992 г. № 1468-ХІІ «О социальной защите граждан, пострадавших вследствие последствий экологического бедствия в Приаралье». — [Электронный ресурс]. — URL: <http://adilet.zan.kz/rus/docs/Z920002600>.
- 2 Титов В.Н. Становление в филогенезе биологической функции эндоэкологии. Поддержание «чистоты» межклеточной среды в паракринных сообществах клеток, органах и в организме (лекция) / В.Н. Титов // Клиническая лабораторная диагностика. — 2014. — Т. 59, № 10. — С. 27–37.
- 3 Zhang W. Distribution characteristics and assessment of heavy metals in the surface water of the Syr Darya River, Kazakhstan / W. Zhang, L. Ma, J. Abuduwaili, Y. Ge, G. Issanova, G. Saparov // Polish Journal of Environmental Studies. — 2019. — Vol. 29, No. 1. — P. 979–988.
- 4 Сидельникова В.И. Эндогенная интоксикация и воспаление: последовательность реакций и информативность маркеров / В.И. Сидельникова, А.Е. Черницкий, И.И. Рецкий // Сельскохозяйственная биология. — 2015. — № 2. — С. 152–161.
- 5 Титов В.Н. Мочевая кислота. Биология, биохимия и диагностическое значение в роли интегрального теста / В.Н. Титов, В.А. Дмитриев, Е.В. Ощепкова // Клиническая лабораторная диагностика. — 2009. — № 1. — С. 23–35.
- 6 Рязанцева Н.В. Невротические расстройства: клинко-биохимические параллели / Н.В. Рязанцева, В.В. Новицкий // Клиническая лабораторная диагностика. — 2003. — № 5. — С. 5–8.
- 7 Namazbaeva Z. Change in metabolic and cognitive state among people of the Aral zone of ecological disaster / Z. Namazbaeva, S. Battakova, L. Ibrayeva, Z. Sabirov // Israel Journal of Ecology and Evolution. — 2018. — Vol. 64. — P. 44–55.
- 8 Namazbaeva Z.I. The Assessment of Halogenating Stress in Population by the Environmental and Health Monitoring / Z.I. Namazbaeva, G.N. Dosybaeva, Z.B. Sabirov, L.T. Bazelyuk, G.K. Asanov, I.O. Baidaulet // International Journal of Environmental and Science Education. — 2016. — Vol. 11, No. 10. — P. 3884–3893.
- 9 Srivastava A.K. Clinical biochemical and neurobehavioural studies of workers engaged in the manufacture of quinalphos. / A.K. Srivastava, B.N. Gupta, V. Bihari, N. Mathur, L.P. Srivastava, B.S. Pangtey et al. // Food Chem. Toxicol. — 2000. — Vol. 38. — P. 65–69.



10 Келина Н.Ю. Методика оценивания состояния пациентов с кардиологической патологией на основе иммуно-биохимического анализа крови с учетом экологического фона региона / Н.Ю. Келина, В.В. Пикулин, Т.Ю. Мамелина, О.А. Куликова // *Технология живых систем*. — 2012. — № 7. — С. 65–69.

11 Дзугкоев С.Г. Системный окислительный стресс и биохимические маркеры повреждения внутренних органов / С.Г. Дзугкоев, И.В. Можяева, Л.В. Гиголаева, А.И. Тедтоева, Е.А. Такоева, Ф.С. Дзугкоева и др. // *Фундаментальные исследования*. — 2014. — № 3 (7). — С. 478–481.

Ж.Б. Сабиров, А.Б. Ешмагамбетова, Г.К. Турлыбекова,  
Н.М. Дузбаева, М.А. Мукашева, И.А. Оношко

### **Арал маңындағы ер адам тұрғындарының қан плазмасының биохимиялық көрсеткіштері**

- Арал маңындағы экологиялық апат аймағы сол жерде тұрып жатқан тұрғындардың денсаулық жағдайына әсер етеді. Биохимиялық көрсеткіштер ағзаның функционалды метаболиттік индикаторлары болып табылады. Мақалада Арал маңындағы экологиялық апат аймағында тұрып жатқан ер адам тұрғындарының биохимиялық қан плазмасының көрсеткіштері берілген. Физиологиялық нормада көптеген биохимиялық көрсеткіштердің талдауын анықтау барысында, берілген көрсеткіштер бойынша бірталай ауытқушылық бар екендігі байқалды. Мұндай мәліметтер арқылы барлық популяцияға және жаппай таралуға әсер ету факторы болуы мүмкін. Осындай факторларға қоршаған ортаның экологиялық келеңсіз әсерін жатқызуға болады. Тексеруден өткендерден гамма-глутамилтрансферазалардың ұлғаюы 41 %, холестериннің ұлғаюы 38 % және триглицеридтердің ұлғаюы 34 % анықталды. Сонымен қатар, Арал өңірінің тұрғындарында химиялық заттардың дозасынан қан сарысуының биохимиялық көрсеткіштері арасындағы себеп-салдарлық байланыс анықталды. Арал өңірінің дағдарыс аймағындағы ұзақ химиялық жүктеме ақуыз алмасуының бұзылуына әкелетіні көрсетілген. Арал маңының қауіпті аймағындағы ұзақ химиялық жүктеме ақуызды алмасудың бұзылуын туғызатындығы дәлелденген. Берілген нәтижелерде жоғары химиялық жүктемеге бейімделу процесінде метаболиттік күйзеліске ұшыраған адамдар саны едәуір жоғары екені байқалып отыр.

*Кілт сөздер:* биохимиялық талдау, белгінің пайда болу жиілігі, метаболиттік көрсеткіштер, гамма-глутамилтрансфераза, қоршаған ортаның ластануы, экология.

Ж.Б. Сабиров, А.Б. Ешмагамбетова, Г.К. Турлыбекова,  
Н.М. Дузбаева, М.А. Мукашева, И.А. Оношко

### **Биохимические показатели плазмы крови мужского населения Приаралья**

Зона экологического бедствия Приаралья оказывает влияние на состояние здоровья проживающего там населения. Биохимические показатели являются индикаторами метаболической функциональности организма. В статье представлены данные о биохимических показателях плазмы крови у мужского населения, проживающего в зоне экологического неблагополучия Приаралья. Показано, что при определении большинства показателей биохимического анализа в пределах физиологической нормы, наблюдается значительный процент лиц с отклонениями по данным показателям. Такие данные позволяют судить о факторах, способных оказывать влияние на всю популяцию и иметь массовые проявления. К таким факторам, безусловно, можно отнести негативное экологическое воздействие окружающей среды. Авторами выявлено увеличение гамма-глутамилтрансферазы у 41 % обследуемых, увеличение холестерина — у 38 % и увеличение триглицеридов — у 34 %. Кроме того, установлена причинно-следственная связь у жителей Приаралья между биохимическими показателями сыворотки крови от дозы химических веществ. Показано, что длительная химическая нагрузка в кризисной зоне Приаралья вызывает нарушение белкового обмена. Полученные результаты свидетельствуют о значительном проценте лиц, имеющих метаболический стресс, в процессе адаптации к высокой химической нагрузке.

*Ключевые слова:* биохимический анализ, частота встречаемости признака, метаболические показатели, гамма-глутамилтрансфераза, загрязнение окружающей среды, экология.

## References

- 1 Zakon Respubliki Kazakhstan ot 30 iyunia 1992 hoda No. 1468-XII «O sotsialnoi zashchite hrazhdan, postradavshikh vsledstvie posledstviy ekologicheskogo bedstviia v Priarale» [Law of the Republic of Kazakhstan of June 30, 1992 «On social protection of citizens affected by the consequences of an environmental disaster in the Aral Sea region»]. *adilet.zan.kz*. Retrieved from <http://adilet.zan.kz/rus/docs/Z920002600/> [in Russian].
- 2 Titov, V.N. (2014). Stanovlenie v filoheneze biologicheskoi funktsii endoekologii. Podderzhanie «chistoty» mezhkletochnoi sredy v parakrinnykh soobshchestvakh kletok, orhanakh i v orhanizme (lektsiia) [Formation in the phylogeny of the biological function of endoecology. Maintaining the «purity» of the intercellular environment in communities paracrine cells and organs in the body (lecture)]. *Klinicheskaiia laboratornaia diahnostika — Clinical Laboratory Diagnostics*, 59, 10, 27–37 [in Russian].
- 3 Zhang, W., Ma, L., Abuduwaili, J., Ge, Y., Issanova, G. & Saporov, G. (2019). Distribution characteristics and assessment of heavy metals in the surface water of the Syr Darya River, Kazakhstan. *Polish Journal of Environmental Studies*, 29, 1, 979–988.
- 4 Sidelnikova, V.I., Chernitsky, A.E. & Retsky, M.I. (2015). Endohennaia intoksikatsiia i vospalenie: posledovatelnost reaktsii i informativnost markerov [Endogenous intoxication and inflammation: the sequence of reactions and the information content of markers]. *Selskokhoziaistvennaia biolohiia — Agricultural Biology*, 2, 152–161 [in Russian].
- 5 Titov, V.N., Dmitriev, V.A., & Oschepkova, E.V. (2009). Mochevaia kislota. Biolohiia, biokhimiia i diahnosticheskoe znachenie v roli intehralnogo testa [Uric acid. Biology, biochemistry and diagnostic value as an integral test]. *Klinicheskaiia laboratornaia diahnostika — Clinical Laboratory Diagnostics*, 1, 23–35 [in Russian].
- 6 Ryazantseva N.V., & Novitsky, V.V. (2003). Nevroticheskie rasstroistva: kliniko-biokhimicheskie paralleli [Neurotic disorders: clinical-and-biochemical parallels]. *Klinicheskaiia laboratornaia diahnostika — Clinical Laboratory Diagnostics*, 5, 5–8 [in Russian].
- 7 Namazbaeva, Z., Battakova, S., Ibrayeva, L., & Sabirov, Z. (2018). Change in metabolic and cognitive state among people of the Aral zone of ecological disaster. *Israel Journal of Ecology and Evolution*, 64, 44–55.
- 8 Namazbaeva, Z.I., Dosybaeva, G.N., Sabirov, Z.B., Bazelyuk, L.T., Asanov, G.K., & Baidaulet, I.O. (2016). The Assessment of Halogenating Stress in Population by the Environmental and Health Monitoring. *International Journal of Environmental and Science Education*, 11, 10, 3884–3893.
- 9 Srivastava, A.K., Gupta, B.N., Bihari, V., Mathur, N., Srivastava, L.P., & Pangtey, B.S. et al. (2000). Clinical, biochemical and neurobehavioural studies of workers engaged in the manufacture of quinalphos. *Food and chemical toxicology*, 38, 65–69.
- 10 Kelina, N.J., Pikulin, V.V., Mamelina, T.J., & Kulikova, O.A. (2012). Metodika otsenivaniia sostoianiiia patsientov s kardiologicheskoi patolohiei na osnove immuno-biokhimicheskogo analiza krovi s uchetom ekologicheskogo fona rehiona [Technique of estimation of the condition of patients with cardiological pathology on the basis of immuno — the biochemical analysis of blood taking into account the ecological background of the region]. *Tekhnolohiia zhivyykh sistem — Technologies of Living Systems*, 7, 65–69 [in Russian].
- 11 Dzugkoev, S.G., Mozhaeva, I.V., Gigolaeva, L.V., Takoeva, E.A., Dzugkoeva, F.S., & Margieva, O.I. et al. (2014). Sistemnyi okislitelnyi stress i biokhimicheskie markery povrezhdeniia vnutrennikh orhanov [System oxidative stress and biochemical markers of the damage of internal organs]. *Fundamentalnye issledovaniia — Basic research*, 3(7), 478–481 [in Russian].

G.G. Meyramov<sup>1\*</sup>, K.-D. Kohnert<sup>2</sup>, V.I. Korchin<sup>3</sup>,  
G.T. Tusupbekova<sup>4</sup>, A.S. Shaybek<sup>1</sup>, A.G. Abdraimova-Meyramova<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Karagandy University of the name of academician E.A. Buketov, Karaganda, Kazakhstan;

<sup>2</sup>Institute of Diabetes «Gerhardt Katch», Karlsburg, Germany;

<sup>3</sup>State Medical Academy, Khanty-Mansyuisk, Russia;

<sup>4</sup>Pavlodar Innovation University, Kazakhstan;

<sup>5</sup>Karaganda Medical University, Kazakhstan

\*Corresponding author: meyradow@mail.ru

## Histophotometric complex for quantitative estimation of Insulin and Zinc Content in Pancreatic B-cells

It is presented a developed and constructed histophotometric complex for quantitative evaluation in relative units of content of deposited insulin and zinc in insulin-producing B-cells of histologic preparations of pancreas. The method previously used in similar studies was based on a visual assessment of the results of coloring the preparations, or a more accurate quantitative one under the conditions of using universal complexes, including a microscope with built-in measuring devices (photometers), the disadvantage of which is, as a rule, a very high cost limiting the possibility of their use. In addition, such complexes, in connection with their universality, are not suitable for studies related to the study of the functional state of pancreatic B cells using highly specific histochemical methods for detecting insulin. The authors aimed to develop and create a study-oriented histophotometric complex of zinc and insulin in B cells, created using inexpensive components, which would help make quantitative analysis significantly more accessible to researchers working in the field of experimental diabetology.

*Keywords:* B-cells, insulin, zinc, histophotometric complex.

### *Introduction*

Histochemical methods for estimation of functional activity of pancreatic B-cells possess at least a few advantages in compared with biochemical methods for assessment of the ability of pancreatic B-cells to synthesize insulin: 1) the researcher assesses the insulin content in the B-cells by direct observation of cells using of microscopy, while biochemical methods give a digital assessment, not allowing to observe cells visually; 2) histochemical and histological methods allow, in addition, to analyze the state of the histostructure of B-cells and of pancreatic tissue, which improve the value of the results.

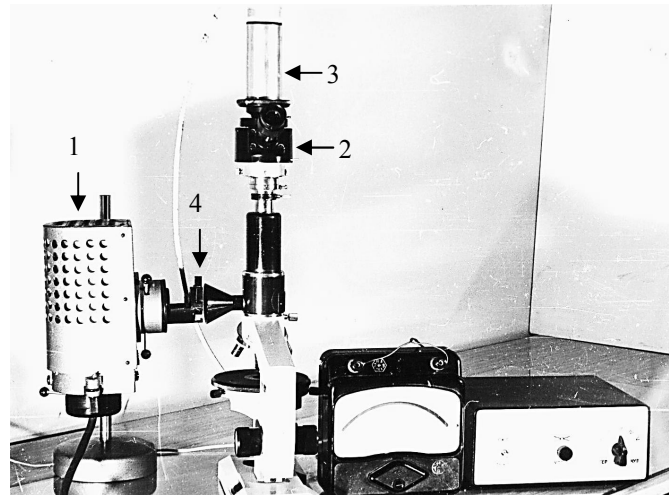
The disadvantage of histochemical methods for assessing the results of insulin measuring is the approximate amount of hormone in B-cells, based on a visual investigation of the color density or intensity of fluorescence of hormone. Factory made microscopes with photometric devices with built-in photometric devices have two significant drawbacks: 1) they do not allow to diaphragm of pancreatic islet's central part, contains only B-cells in the photometry field, thereby allowing photometry of cells of the exocrine pancreas, which have nothing to do with insulin synthesis; 2) such optical systems are almost always universal, that is, very expensive, because they include a number of other functions that do not have any special need for investigators.

### *Experimental*

Authors are proposed a developed and manufactured histophotometric complex for selective photometry of B-cells after staining by specific for insulin and zinc methods adopted for light and ultraviolet microscopy as aldehyde-fuchsin staining, diethylpseudoisocyanine methods, staining by Dithizon and immunohistochemical method [1–6, 8, 9]. In the supplement to the complex, repeatedly tested and refined calculation methods have been developed that allow estimate the insulin and zinc content in B-cells.

The system includes the following components: 1) microscope; 2) a light source (a lamp of the usual part of the spectrum and an ultraviolet lamp with opaque-porthole); 3) microphotosystem MFN-2 (LOMO) with a built-in lobe diaphragm that allows us to diaphragm the central part of pancreatic islet containing B-cells, that is why is excluded the possibility of photometry of A-cells and, especially, cells of exocrine tissue. The diaphragm was mounted as close as possible to the photomultiplier tube, above ocular for to prevent

light flux scattering. The design of the optical part of the system is completed by photomultiplier tube. The complex includes a power component with five measuring ranges for the photocurrent value and a microammeter (Fig. 1, 2), the readings of which (in microamperes ( $\mu\text{A}$ )) are the initial data for calculation of insulin and zinc content in B-cells as relative units (r.u.). The used filters: UVS-1 located between lamp and microscope; and yellow filter locking light filter fixed on ocular of microscope. Used optic: objective  $\times 40$ ; oculars:  $\times 3$  or  $\times 4$ . Note: If necessary, the photomultiplier tube is easily replaced by a camera for microphotography of the studied B-cells.



1 — UV-lamp; 2 — a petal diaphragm built into microscope; 3 — photomultiplier ФЭУ-31; 4 — opa-porthole; to the right of the microscope: microammeter and electrical unit

Figure 1. Histofluorimetric complex on the base of microscope «Biolam-R»

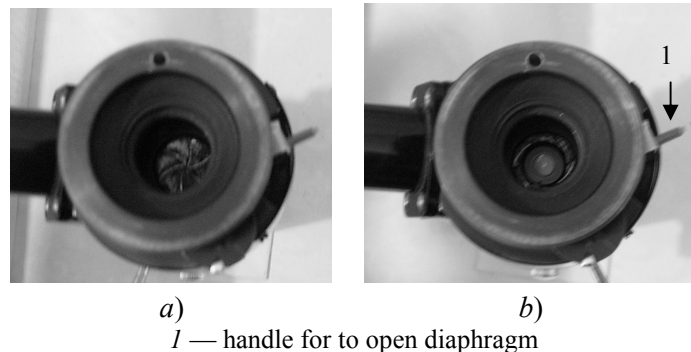


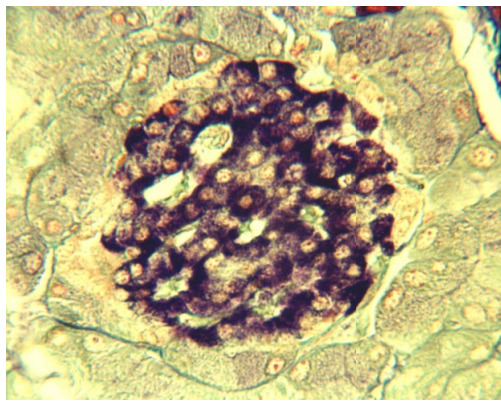
Figure 2. Diaphragm is open minimally (a); diaphragm is open (b)

#### *Methods for investigation of insulin and zinc content in pancreatic B-cells*

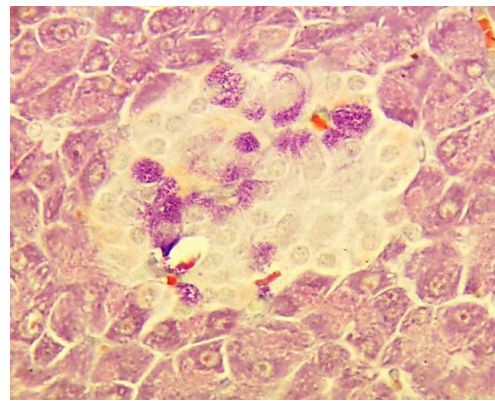
In frozen sections or sections of fixed pancreas tissue stained for insulin and zinc using highly specific methods [1–10], the fluorescence intensity of B-cells is measured in microamperes ( $\mu\text{A}$ ) of a islet's central part contains B-cells. The required number of studied islets is 20–25. For the first B-cells of control intact animals contains a normal amount of insulin and zinc are examined; calculation the arithmetic mean of  $\text{mA}$  ( $M \pm m$ ) of the fluorescence intensity; similarly measure the intensity of fluorescence of B-cells of experimental animals, for example, with diabetes, which is always much lower than normal.

The direct proportional dependence was used in the calculation: the more intense fluorescence result the higher light flux going to the photometer and the higher the content of insulin and zinc in B-cells.

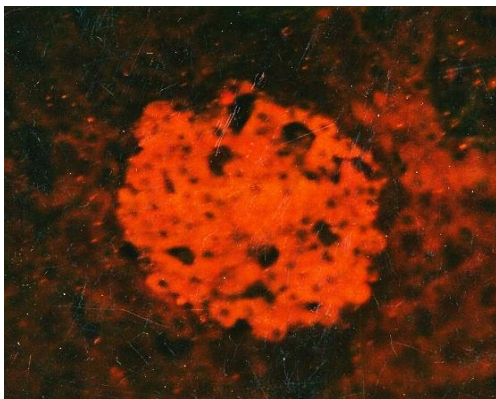
For histochemical methods adopted for light optical microscopy (aldehyde-fuchsin, immunohistochemical, Victoria-4 method with dimethylnaphthylmethane staining reagent, color index 42563) the inverse dependence is used to calculate the parameter K, namely: the higher insulin content  $\rightarrow$  result more intensive density of staining of B-cells  $\rightarrow$  that result a lower intensity of the light flux goes to the photometer and the lower the photocurrent value expressed in  $\mu\text{A}$ .



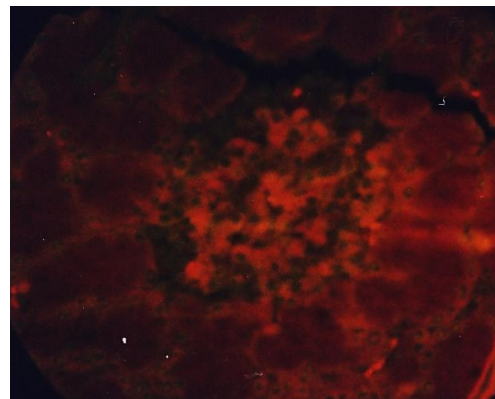
1 — insulin, intact islet



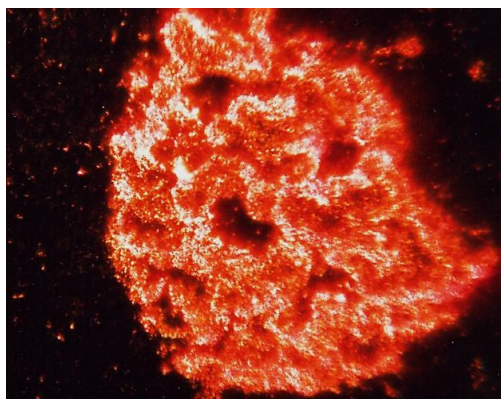
2 — insulin; diabetes...



3 — insulin, intact islet



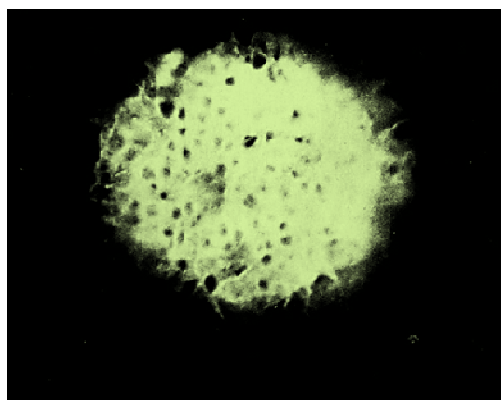
4 — insulin; diabetes...



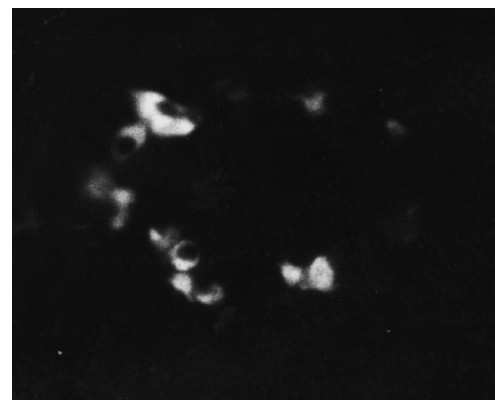
5 — zinc; intact islet



6 — zinc; diabetes...



7 — zinc; intact islet



8 — insulin; diabetes...

1, 3, 5, 7 — intact islets; 2, 4, 6, 8 — destruction of islets; staining by aldehyde-fuchsin (1, 2); diethylpseudoisocyanine (3, 4), dithizon (5, 6); TSQ (7, 8)

Figure 3. Insulin and zinc content in pancreatic B-cells of intact and damaged islets in diabetes

The results presented in Table 1 and in Figure 3 showed that most marked differences of the quantitative assessment of insulin and zinc content in intact and damaged B-cells were obtained using high specific luminescent staining methods of pancreatic islets, as well as using of Dithizone method. Staining by using of aldehyde-fuchsin method and the Victoria 4 method, accompanied by additional staining of other cellular structures result increase of the total color density in addition to colored of B-cells for insulin, which result increasing of the value of density of color, which characterizes the level of insulin in the B-cells. Fluorescent histochemical methods staining of insulin or zinc only without staining of other cellular structures, due to which the assessment of hormone and zinc content in B-cells are that is why more accurately.

Table 1

**Quantitation by photometry of Insulin and Zinc content in control and diabetic pancreatic B-cells**

No.	Staining technology	Intact	Diabetes
1	Aldehyde-fuchsin (insulin)	1.89±0.08 n = 18	0.42±0.04* n = 23
2	Diethylpseudoisocyanine (insulin)	1.96±0.06 n = 20	0.23±0.01** n = 25
3	Dimethylnaphtylmetan (Victoria 4R) (insulin)	1.94±0.08 n = 24	0.56±0.06* n = 19
4	Dithizon (zinc)	2.04±0.05 n = 31	0.20±0.01** n = 28
5	TSQ (zinc)	2.00±0.03 n = 34	0.16±0.01** n = 30

Note. Values are represented as milliamperere (mA ± SD); \*p≤0.005; \*\*p≤0.001 vs. controls.

### Conclusions

1. Histofoto- and fluorimetric complex allows performing two main functions: 1) quantitative measuring of the content of deposited insulin and zinc in B cells; 2) visual observation and microphotography of B-cells of pancreatic islets; thus, the final protocol of the investigation includes: 1) digital data on the content of insulin and zinc in B-cells; 2) data describing a visual investigation of state of histostructure of tissue; 3) microphotographs of pancreatic islets

2. The complex consists of inexpensive and affordable components, which makes it many times cheaper than universal prefabricated complexes

### References

- 1 Meyramov G.G. The High Specific Method for Revealing of Zinc in Pancreatic B-cells / G.G. Meyramov, G.T. Tusupbekova, R.G. Meyramova // *Diabetes*. — 1991. — Vol. 40, No. 1. — P. 65.
- 2 Красавин И.А. Гистохимические реакции на цинк в островках Лангерганса и диабетогенная активность используемых для этой цели реактивов / И.А. Красавин, З.Е. Бавельский, Я.А. Лазарис, В.М. Дзиомко // *Проблемы эндокринологии*. — 1969. — Т. 21, № 3. — С. 102–105.
- 3 Meyramov G.G. The Histofunctional Method appreciating of Functional State of Isolated Pancreatic B-cells in the tissue culture / G.G. Meyramov, G.T. Tusupbekova, H. Niedderer // *Diabetes Research and Clinical Practice*. — 1988. — Vol. 5, No. 11. — P. 226–227.
- 4 Kvistberg D. Staining of insulin with aldehyde fuchsin / D. Kvistberg, G. Lester, A. Lasarov // *J. Cytochem.* — 1966. — Vol. 14. — P. 609–611.
- 5 Coalson R.E. Pseudoisocyanin staining of insulin and specificity of emperical islet cell stain / R.E. Coalson // *Stain Technol.* — 1966. — № 2. — P. 121–129.
- 6 Kikui Y. Differential staining method for A- and B-cells in the pancreatic islets of Langerhans / Y. Kikui, H. Seguchi, H. Mizoguti // *Acta Histochem. Cytochem.* — 1977. — Vol. 10, No. 1. — P. 10–13.
- 7 Мейрамов Г.Г. Предварительный патент РК № 18352 от 08.01.2007. «Метод оценки содержания инсулина в панкреатических островках в эксперименте» / Г.Г. Мейрамов, А.А. Кикимбаева, А.Г. Мейрамова.
- 8 Wohlrab F. On the specify of the Insulin staining by Victoria Blue 4R / F. Wohlrab, H. Dorsche, I. Krautschick, S. Schmidt // *Histochem. Journal*. — 1985. — Vol. 17. — P. 515–518.
- 9 Meyramov G.G. The High specific fluorescent histochemical method for staining of insulin in B-cells of isolated pancreatic islets / G.G. Meyramov, A.A. Kikimbaeva, A.G. Meyramova // *Acta Diabetologica*. — 2005. — Vol. 42, No. 1. — P. 66.
- 10 Meyramov G.G. Victoria 4R Method Staining of Insulin in B-cells of Isolated Pancreatic Islets / G.G. Meyramov, A.G. Meyramova, A.A. Kikimbaeva // *Acta diabetologica*. — 2003. — Vol. 40, № 4. — P. 208.

Г.Г. Мейрамов, К.-Д. Конерт, В.И. Корчин,  
Г.Т. Тусупбекова, А.Ж. Шайбек, А.Г. Абдраимова-Мейрамова

### **Ұйқы безінің В-жасушаларындағы инсулин құрамын сандық бағалауға арналған гистофотометриялық кешен**

Ұйқы безінің гистологиялық препараттарының инсулин шығаратын В-жасушаларындағы сақталған инсулин мен мырыштың құрамын салыстырмалы бірліктерде сандық бағалау үшін әзірленген және құрастырылған гистофотометриялық кешен ұсынылған. Бұрын мұндай зерттеулер кезінде пайдаланылатын әдіс препараттардың бояу нәтижелерін визуалды бағалауға немесе әмбебап кешендерді қолдану жағдайында дәлірек сандық бағалауға негізделген, оның ішінде кіріктірілген өлшеу құрылғылары (фотометрлері) бар микроскоп кіретін, оның кемшілігі, бағасы жоғары болғандықтан, оларды пайдалану мүмкіндігі шектеулі болатын. Бұдан басқа, мұндай кешендер олардың әмбебаптығына байланысты инсулинді анықтаудың жоғары мамандандырылған гистохимиялық әдістерін пайдалана отырып, панкреатикалық В-жасушалардың функционалдык жай-күйін зерттеумен байланысты зерттеулер үшін аз жарамды. Авторлар қымбат емес компоненттерді пайдалана отырып құралған гистофотометриялық кешенді әзірлеу және жасау мақсатын қойды, бұл тәжірибелік диабетология саласында жұмыс істейтін зерттеушілерге сандық талдауды барынша қол жетімді етуге мүмкіндік береді.

*Кілт сөздер:* В-жасушалар, инсулин, мырыш, гистофотометриялық кешен.

Г.Г. Мейрамов, К.-Д. Конерт, В.И. Корчин,  
Г.Т. Тусупбекова, А.Ж. Шайбек, А.Г. Абдраимова-Мейрамова

### **Гистофотометрический комплекс для количественной оценки содержания инсулина в В-клетках поджелудочной железы**

В статье предложен разработанный и сконструированный гистофотометрический комплекс для количественной оценки в относительных единицах содержания депонированного инсулина и цинка в инсулинпродуцирующих В-клетках гистологических препаратов поджелудочной железы. Ранее используемый при подобного рода исследованиях способ базировался на визуальной оценке результатов окраски препаратов, либо более точный количественный в условиях применения универсальных комплексов, включающих микроскоп со встроенными измерительными устройствами (фотометрами), недостатком которых являлись, как правило, весьма высокая стоимость, ограничивающая возможность их использования. Кроме того, такие комплексы в связи с их универсальностью малоприспособны для исследований, связанных с изучением функционального состояния именно панкреатических В-клеток с использованием высокоспецифичных гистохимических методов выявления инсулина. Авторы пытались разработать и создать ориентированный специально для исследований содержания цинка и инсулина в В-клетках гистофотометрический комплекс, созданный с применением недорогих компонентов, что помогло бы сделать количественный анализ значительно более доступным для исследователей, работающих в области экспериментальной диабетологии.

*Ключевые слова:* В-клетки, инсулин, цинк, гистофотометрический комплекс.

### **References**

- 1 Meyramov, G.G., Tusupbekova, G.T., & Meyramova, R.G. (1991). The High Specific Method for Revealing of Zinc in Pancreatic B-cells. *Diabetes*, 40(1), 61–65.
- 2 Krasavin, I.A., Bavel'sky, S.E., Lazaris, Y.A., & Dziomko, V.M. (1969). Histokhimicheskie reaktsii na tsink v ostrovkakh Lanherhansa i diabetogennoia aktivnost ispolzuemykh dlia etoi tseli reaktivov [Histochemical reaction for zinc in islets of Langerhans and diabetogenic activity of used reagents]. *Problemy endokrinologii — Problems of endocrinology*, 21, 3, 102–105 [in Russian].
- 3 Meyramov, G.G., Tusupbekova, G.T., & Niedderer, H. (1988). The Histofunctional Method appreciating of Functional State of Isolated Pancreatic B-cells in the tissue culture. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 5(11), 226–227.
- 4 Kvistberg, D., Lester, G., & Lasarov, A. (1966). Staining of insulin with aldehyde fuchsin. *J. Cytochem.*, 14, 609–611.
- 5 Coalson, R.E. (1966). Pseudoisocyanin staining of insulin and specificity of empirical islet cell stain. *Stain Technol.*, 2, 121–129.
- 6 Kikui, Y., Seguchi, H. & Mizoguti, H. (1977). Differential staining method for A- and B-cells in the pancreatic islets of Langerhans. *Acta Histochem. Cytochem.*, 10(1), 10–13.



- 7 Meyramov, G.G., Kikimbaeva, A.A. & Meyramova, A.G. (2007). *Predvaritelnyi patent RK № 18352 ot 08.01.2007. «Metod otsenki sodержaniia insulina v pankreaticheskikh ostrovkakh v eksperimente» [Preliminary patent of RK No. 18352 dated 08.01.2007. «Method for estimating insulin content in pancreatic islets in an experiment»]* [in Russian].
- 8 Wohlrab, F., Dorsche, H., Krautschick, I. & Schmidt, S. (1985). On the specificity of the Insulin staining by Victoria Blue 4R. *Histochem. Journal*, 17, 515–518.
- 9 Meyramov, G.G., Kikimbaeva, A.A. & Meyramova, A.G. (2005). The High specific fluorescent histochemical method for staining of insulin in B-cells of isolated pancreatic islets. *Acta Diabetologica*, 42(1), 66.
- 10 Meyramov, G.G., Meyramova, A.G. & Kikimbaeva, A.A. (2003). Victoria 4R Method Staining of Insulin in B-cells of Isolated Pancreatic Islets. *Acta diabetologica*, 40(4), 208.



G.R. Kabzhanova\*, K.S. Baktybekov, G.A. Kabdulova, A.A. Aimbetov, L.R. Aligazhiyeva

*JSC «National Company «Kazakhstan Gharysh Sapary», Nur-Sultan, Kazakhstan*

*\*Corresponding author: g.kabzhanova@gharysh.kz*

### **Use of the Earth Remote Sensing data for the monitoring of the level of soil fertility**

Ground monitoring of soil massifs takes a lot of time, labor force and material resources, yet is the most accurate and detailed method. When implementing complex methods for monitoring the soil cover, inclusion of space technologies is necessary. Remote sensing data carry objective information over the large areas. The article discusses the possibility of using remote sensing data for mapping and monitoring changes in the soil cover of Northern Kazakhstan. Based on thematic processing of remote sensing data of domestic satellites, spatial analysis of the content of main nutrients was executed in the sowing layer of soils, the relationship was revealed between fertility indicators and the value of vegetation indices for testing ground on the territory of Northern Kazakhstan. Remote sensing methods which are gaining more practical application in determination of qualitative changes in the state of the Earth's surface are considered in this article. The use of remote sensing data enables developing automatic soil recognition and analysis systems for the quantitative assessment of soil variability. The use of remote sensing data of high and medium resolution, along with geoinformation technologies reveals great potential in assessing soil fertility, which contributes to the effective management of land resources, the preservation and maintenance of soil fertility.

*Keywords:* Earth remote sensing, space technologies, space images, monitoring and assessment of soil fertility, GIS, soil data, vegetation indices, soil map

#### *Introduction*

Rational use of land resources is a priority area of country's land policy. The most important characteristic of agricultural lands is fertility, which accumulates the soil quality; accordingly, there are requirements for the monitoring of land use and fertility conservation.

The soil map is the main document which enables a qualified assessment of land cover, as well as the development of a system of practical measures aimed at improving soil fertility. Using digital mapping methods based on remote sensing data can be a solution of the objectives on updating information on the condition and properties of soil cover at high costs for field mapping and a limited number of specialists.

The application of new methods for describing the spatial laws of soil properties is relevant, including aerospace methods for determining the characteristic scales of spatial variation of the soil cover and revealing the average size of the soil individual, geostatic methods for quantifying soil variability, creating regional and global soil databases and others.

Reliable and relevant data on the state of soil fertility will optimize decisions on the management, conservation and maintenance of soil fertility. The research results will become the basis for taking operational measures to eliminate the objective and subjective reasons of reducing the quality of agricultural land, along with improvement of the environmental safety of agricultural production. The latest technologies for monitoring soil fertility will become the basis for making forecasts of changes in land conditions and will serve as the main source for creating soil-agroecological maps, cartograms of fertility, etc.

There is a shortage of relevant soil data of the agrochemical state of arable land of the country. Therefore, the agrochemical service of Kazakhstan can annually monitor 1.8 million hectares of arable soils, and considering the country's area of 2.7 million square km, the frequency of agrochemical surveys does not ensure monitoring and management of land resources with updated data every five years.

Soil maps of 150.2 million hectares of the country's territory were compiled before 1990 and require re-examination. Only remote sensing data can provide a unique opportunity to implement comprehensive and effective monitoring over large areas, saving material resources, labor force and time. Currently, the research topic is highly relevant and significant.

The current state of remote monitoring technologies of soil cover is characterized by the development of digital analysis tools, integration with GIS technologies and creation of an information field for open data sources. This allows the integration of information with the development of new criteria and features which characterizes the state of the soil cover [1].

As a result of the analysis of multi-temporal space-based information over the study area, several signs of changes have been revealed in the level of fertility, reflecting the following processes that adversely affect productivity of arable soils: flat flushing, linear erosion, flooding, etc.

Remote sensing data allow obtaining comprehensive and comparable information simultaneously for large, distant and inaccessible territories that in this regard surpassing any ground-based surveys. The use of remote sensing data enables developing systems for automatic soil recognition and soil analysis. Based on the visible satellite imagery from the «WorldView-1» spacecraft with a resolution of 50 m, the state of soils in the Noginsky district is estimated and polluted areas are eliminated [2].

Multispectral remote information reflects the functional features of ecosystem. The reflection values are in different spectral bands and their ratios contain information on biological productivity, chemical composition of plants, moisture content in vegetation and soil. As a result, it can be assumed that multispectral measurements reflect the texture, chemical composition of the soil-forming rock and the stage of endogenous soil development. The high sensitivity of multispectral information to changes in the biophysical and biochemical properties of ecosystem components has been shown in numerous studies [3–5]. Consequently, a basis is formed not only for the correction of the soil map that was compiled using traditional methods, but also for the analysis of the factor basis for the formation of soil covers [6].

A nonlinear relationship was established between the brightness of the red band in remote sensing of the Earth and the humus content in the arable horizon of gray forest soil. The coefficient of determination for the equation turned out to be very high ( $R^2 = 0.965$ ). Calculations of the humus content using it practically coincided with the average values obtained by independent determination of the humus content in mixed samples [7]. A number of issues of the methodological nature of soil monitoring require scientific study, primarily at the regional level in relation to specific soil and climatic conditions. Scientific approaches to the timing and technique of selecting soil samples, rational levels of indicators of the properties of various types and varieties of soils require changes. Comprehensive monitoring of soil fertility should also include remote sensing methods for a continuous survey of soil fertility and coverage of the regions that account for the bulk of agricultural production, for developing regional optimal values and the range of their possible fluctuations and enterprises for effective operational decisions on production management [8].

#### *Materials and methods of research*

The need for soil mapping using the analysis of the Earth remote sensing data from space station, first of all, is due to the inadequacy of large-scale soil maps owing to the use of the old materials of the soil survey, boundary adjustment of the soil map arises from the need for reflection of the actual structure of the soil cover owing to the changing modern environmental, economic and technological conditions of agricultural production, etc.

When studying remote sensing materials along with an image of the area of interest and when comparing it with a soil map, objective perception on the patterns of soil distribution in relation to the terrain is created, interpretation of features of different soils are established, inaccuracies in the selection of soil contours, also missing contours and other shortcomings are revealed in the map that is being corrected.

Probable causes of deficiencies are being figured out, availability of soil contours along with incisions are being analyzed and selectively getting acquainted with their description. To this end, the journals with field descriptions of the incisions along with the field soil map are used, where the points of incisions are mapped.

The territories where changes in the soil cover are possible due to human activities (such as improvement or deterioration of soils) are obtained by analyzing the satellite image. Bigness of the fields, the tone of images, absence or presence of spotting on its surface, depiction of «effusions» of salts, erosion gaps are reference features for determination of the state of the soil cover.

Primary cause of change in soil fertility is the use of soils as the main means of production. It is the agronomic grouping of lands and the efficient use of land resources that affect the qualitative composition of soils, and the change in the generic and species characteristics of soils. Analysis and presentation of the agronomic interpretation of soils based on remote sensing data should become the basis for developing recommendations for the grouping of soil objects depending on the level of potential fertility and the agricultural production structure of the region.

The solution to this problem lies in an integrated approach to the assessment of agricultural land — the use of adaptive-landscape farming system approaches and in the conduct of agroecological monitoring of land use.

An analysis of land use according to remote sensing data showed that, for example, in the Tselinograd district of Akmola region, during the period from 1985 to 2019, the area of arable land decreased significantly (by 29.7 %). At the same time, the rate of change in different years differed, so until 2000 the decrease was approximately 11 %, from 2000 to 2019 — about 22 % (Fig. 1).

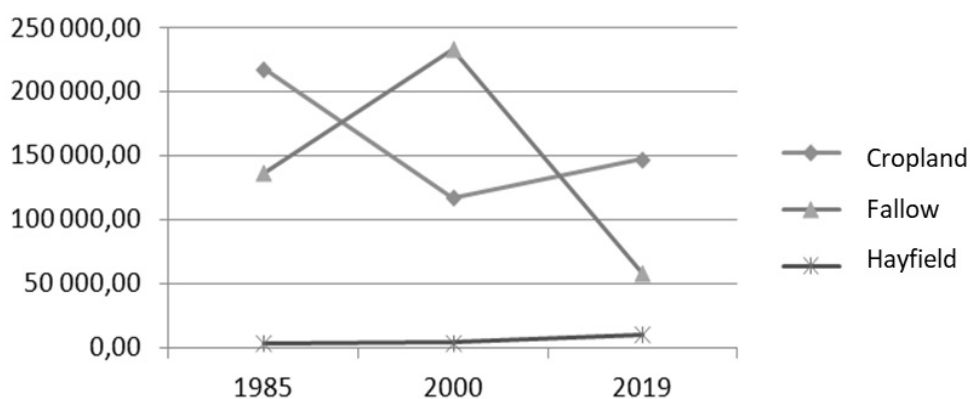


Figure 1. Change in agricultural land of Akkol district of Akmola region according to remote sensing data for 1985, 2000, 2019, ha

The same pattern of arable land change is noted in the North Kazakhstan region; there is a decrease in arable land over a period of 35 years at 32.5 %. It is worth mentioning that the minimum value of arable land was observed in 2000, after which numbers gradually increased.

Depending on production influence and anthropogenic stress, a change in the soil map content after adjustment is possible by 20–25 %, taking into account a change in the area of arable land, maintenance of pasture and hayfields, involvement of the forest fund in crop rotation, degradation processes, such as the development of ravines, desertification, changes in agricultural land productivity, etc.

A digital soil map that is designed considering the spatial analysis of the geomorphological structure, relief and degree of agricultural development intensity has several advantages over paper maps due to the use of geoinformation design methods, analysis of relevant remote sensing data, accounting and collection of various parameters in the database [9]. Preliminary model of the relevant soil map was compiled based on the analysis of primary materials — the digitized soil map obtained from the soil survey and Earth remote sensing data [10].

The map was obtained by digitizing the boundaries of soil allotments using the ArcGIS 10.2 software. Based on the results of the digitized soil map of the North Kazakhstan and Akmola region, an experimental digital map was developed. Digital map's format allows expanding access to information available and provides additional opportunities for its analysis. Relevance of the soil contours and the accuracy of the boundaries were controlled by the visual interpretation of the remote sensing data from the KazEOSat-2 spacecraft. As a result, topologically correct map of the structure of soil cover of the area of interest was created, where each soil plot was allocated. The next stage of work is to fill in the attribute database of the vector layer including the full name of the soil combination, particle size distribution, relief type, etc.

Visual analysis of remote sensing data (KazEOSat-1, Sentinel-2) revealed the landscape situation of the territory. First of all, micro-depressions, negative landforms, saucer-shaped depressions, floodplain soils were interpreted. Decryption was conducted by overlaying satellite images with the layer of a digitized soil map, also with DEM if necessary and with the consideration the relevant conclusions about the relationship of landscape conjunction to the soil structure.

Considering that North Kazakhstan belongs to the grain-growing region of the country, therefore area of interest is mainly occupied by arable land, and interpretation was conducted with the help of geographic information design technologies, using information components such as spectral characteristics of the soil cover, DEM, digital soil map of the area of interest and landscape relationships, particularly, with a relief and its parameters: shapes and their elements, steepness and exposure of slopes. According to high-resolution remote sensing data, erosion formations (ravine network, grooves), a microrelief with pronounced soil hydromorphism, and also the complexity of the structure of the soil cover in the form of a spotted image of arable land are revealed. Based on the results of image interpretation, it is important to note that with a high complexity of the soil cover, high-resolution remote sensing data are the necessary tool for the accurate determination of the location, boundaries and sizes of ranges of different components in the complex structure of the soil cover.

Multi-temporal remote sensing data were used for the analysis; the ravine-girder network, high moisture content in micro-depressions and the effusion of salts on the soil surface are well interpreted from spring images. Based on summer images, interpretation was conducted by indirect criteria (heterogeneity of the vegetation cover «bald patches» and low amount of biomass) using the analysis of spectral dependences.

According to remote sensing data, about 36 soil varieties were interpreted in the test site of the Akmola region, while on the original soil map 7 zonal types were mapped, the average area of the soil variety decreased from 35,738.8 ha to 6793.9 ha, whereas according to remote sensing data soil ranges less than 10 ha.

Based on remote sensing data, about 30 soil varieties were detected in the test site of the North Kazakhstan region, while on the original soil map 7 zonal types of soils were mapped, the average area of the soil variety decreased from 35,798.8 ha to 8,354.4 ha and at the same time according to remote sensing data soil areas reveals to be less than 10 ha. Standard soil ranges have homogeneous processes of genesis and soil formation factors, which are characterized by one type of topography, parent rocks, a similar type of vegetation cover, climatic conditions and one type of agricultural land use.

The soil map of the study area includes about 30 soil varieties that belong to 11 different soil types. Comparison with the map of 1946 revealed that the boundaries of the main soil types in this territory did not undergo significant changes, but using geoinformation design combined with a high-resolution image and a high-quality topographic base, it was possible to refine the contours of the generic and species varieties of soils of the region (Fig. 2).

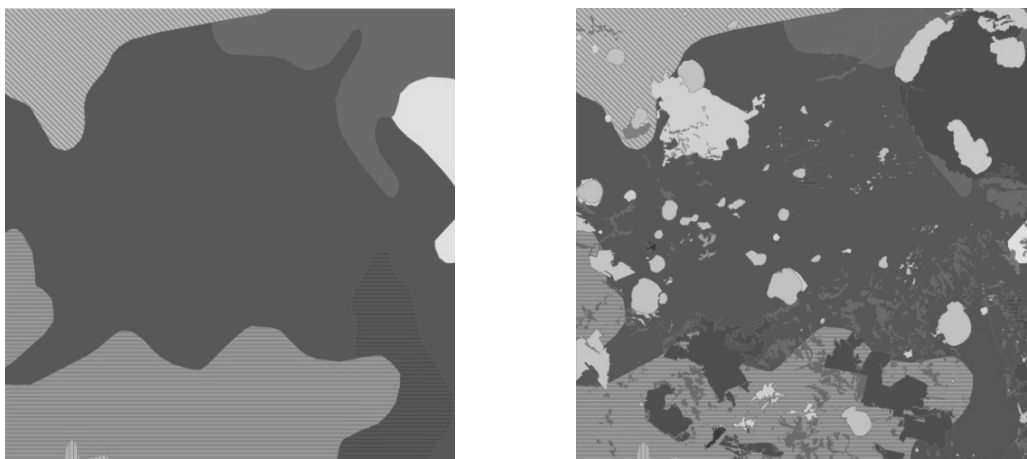


Figure 2. The soil map of the testing ground of the Akmola region according to the original cartographic data from 1946 and updated according to the Earth remote sensing data of 2019

Thus, an analysis of land use according to remote sensing data of the territory of Northern Kazakhstan showed that during the period from 1985 to 2019 the area of arable land decreased significantly (about 30 %), this is the cause for making adjustments to the content of the soil map. According to remote sensing

data, about 30 soil varieties in North Kazakhstan and 36 varieties in Akmola region were interpreted at test sites with an area of 2500 square km, therefore it can be stated that using remote sensing data details of soil map has been enhanced up to 23 %.

One of the stages of digital soil mapping is the thematic processing of remote sensing data with the classification and indexing of the area of interest. The spectral response of soils according to remote sensing data in different seasons bears its own part of informativeness. The classification of the area of interest during spring period with an open surface contributes to the identification of homogeneous soil areas with a similar lithological, granulometric, and morphometric structure. There is a clear interpretability of such features as humus, moisture, salinity, etc. The different density and biomass of vegetative plants indicates the variability of the original soil fertility and the type of soil habitats. Vegetation as an indirect criteria serves as an indicator of soil cover. In this case, the images are informative during the period of maximum growth and development (July). Thematic processing of images with the allocation of classes and the calculation of vegetation indices contributes to the identification of soil heterogeneities and interpretation of the main soil polygons.

Studies for determination the relationship between the content of macronutrients in the seed layer of the soil and the value of the vegetation index were carried out on the test polygon of the Akmola region. For soil sampling the area of 1 ha became the standard soil site of the first test polygon, the number of polygons were 162, the area of the standard soil polygon for sampling at the second test polygon was 5 ha, the total number polygons were 62 (Fig. 3).

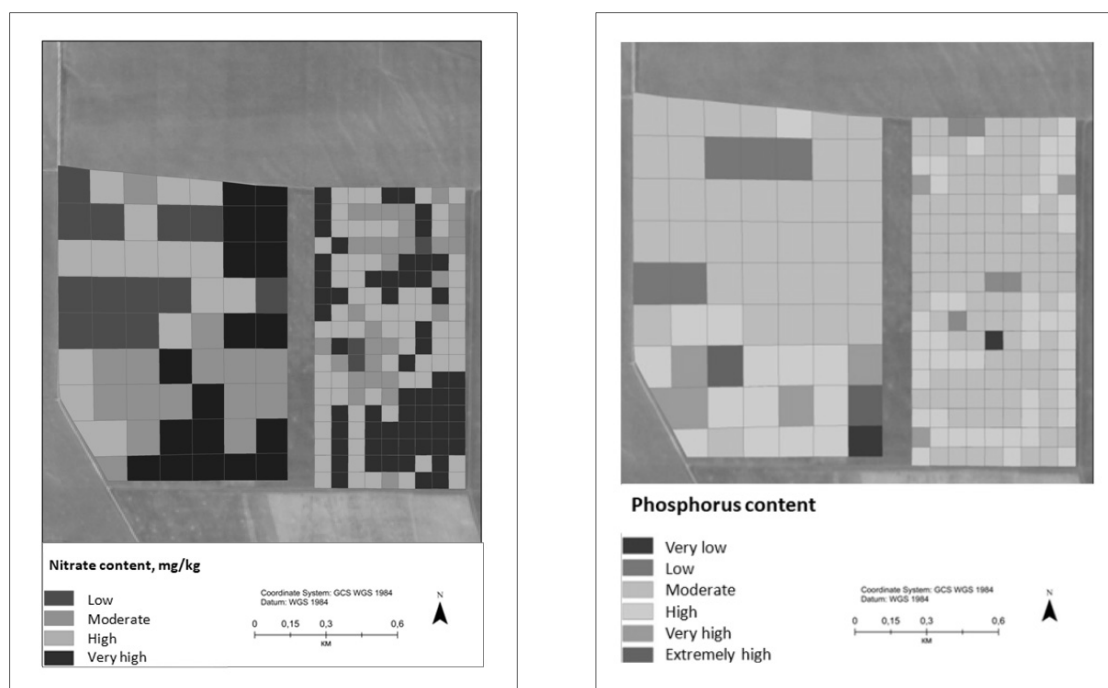


Figure 3. Cartograms of availability of N-NO<sub>3</sub> and P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> test polygons of Akmola region

Soil samples for determining the content of nitrate nitrogen and mobile phosphorus were taken in the pre-sowing period (mixed from 5 samples) from each polygon.

A regression analysis was carried out between the values of the derivatives of vegetation indices and the values of the N-NO<sub>3</sub> and P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> content in the sowing layer to determine the cause-effect relationship and further study the spatial distribution and dynamics of soil properties.

For a full assessment of the dependences, Sentinel-2 images were examined for the spring period with an open soil surface for May 3th, May 8th, May 13th, May 15th of 2019, for the summer period of July 7th, July 12th, July 17th, July 19th of 2019 at the period of its maximum growth and development. Thematic processing of remote sensing data was conducted and the calculation of spectral indices NDWI (Normalized Difference Water Index), NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), GNDVI (Green Normalized Difference VI), GDVI (Generalized Difference VI), SAVI (Soil Adjusted VI), Bare Soil (bare ground index).

Below are the results of studies of a sampling polygon with an area of 1 ha (Fig. 4). The determination coefficient  $R$  of the values of the Bare Soil index and the content of nitrate nitrogen in the seed layer of the soil on July 19th reaches 0.4. The values of the GNDVI index and the content of mobile phosphorus for the determination coefficient  $R$  for July 7th reaches 0.5. This means that according to the Cheddock scale, the relationship between the indicators is moderate.



Figure 4. Spectral analysis of remote sensing data of a test polygon of Ak-mola region

A statistical analysis of the influence of the content of macronutrients in the sowing layer on the spectral image, obtained from remote sensing data, did not reveal a significant dependence, the degree of values variation determinism is below average.

During the period of the maximum development of crop plants, the Bare Soil index is the most informative in terms of the nitrogen content in the soil — this is an indicator where the short-wave infrared and red spectral ranges are used to quantify the mineral composition of the soil, according to the content of nitrate nitrogen — GNDVI, the blue and near infrared spectral ranges are used to enhance the presence of vegetation.

Thus, for the conditions of 2019, a moderate dependence of the values of  $N-NO_3$  and  $P_2O_5$  in the sowing layer and the Bare Soil and GDVI indices, respectively, was observed for an area of 1 ha, i.e. with thematic processing of satellite images during the period of maximum growth and development of crop plants, it is possible to allocate areas of nutrients availability by marked changes in the spectral substrate.

The kriging method is well-known to study spatial interpolation of values, based on the variogram model, which determines the values of a variable of the requested point or region (Webster, 2008). The term «kriging» unites a whole family of spatial regression algorithms.

Estimation of dependencies of kriging methods is more smoothed in comparison with distribution of source data. In a statistical regard kriging is the best estimator in the class of linear interpolators because its assessment has a minimal error variation. An important property of kriging is the accurate reproduction of measurement values of existing points. Obtained error allows us to characterize the uncertainty of the data estimation using confidence intervals.

The result of spatial analysis of the index values content and the values of the main nutrient element in the sowing layer is probability maps of variability by a factor that changes due to the relative dependence of factors from low to high. The next task of the research is to find out the reasons that contribute to the manifestation of a strong dependence of the index value and the content of nutrients.

Kriging enables to carry out probabilistic mapping of the level of a spatial variable such as the content of nutrients in the sowing layer of the soil and the accuracy depends on the correct selection of the timing of the space survey and the spectral index (Fig. 5).

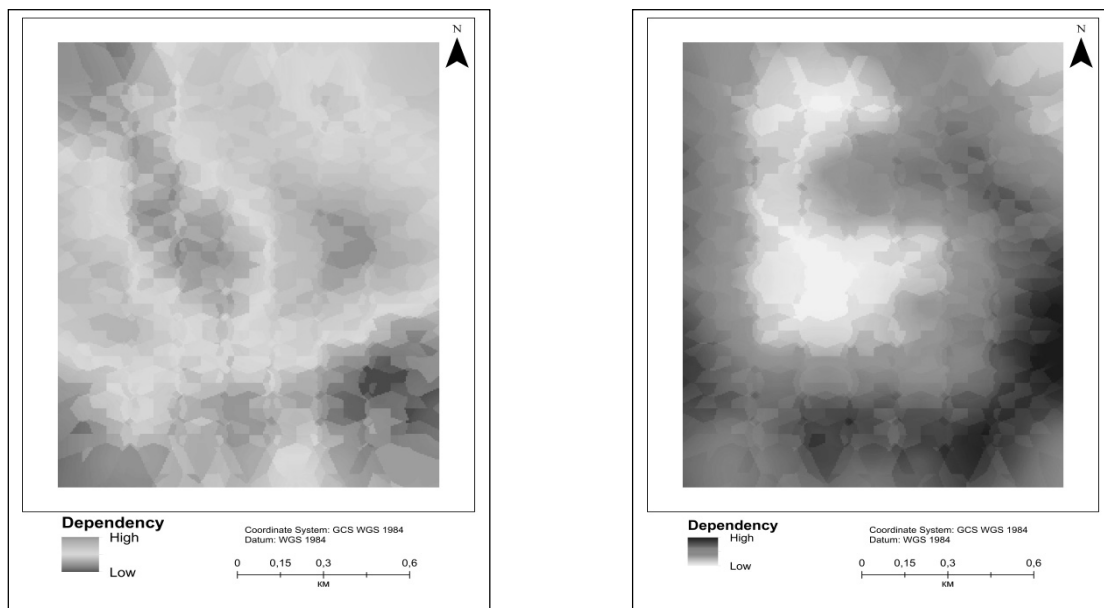


Figure 5. The result of kriging for determination of spatial interpolation of the values of the Bare Soil and N-NO<sub>3</sub> index (a) and the values of the GNDVI and P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> index in the sowing layer (b)

Thus, for the conditions of 2019, a moderate dependence of the values of N-NO<sub>3</sub> and P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> was observed in the sowing layer and the Bare Soil and GDVI indices, respectively for an area of 1 ha, i.e. using thematic processing of satellite images during the period of maximum growth and development of cultivated plants, it is possible to identify zones of supply with nutrients by pronounced changes in the spectral substrate.

*Conclusion*

The presented result shows the possibility of revealing the factor dependence of the formation of soil cover through spatial data, distance information and characteristics of the relief. On the geoinformation platform, a digital field is being formed for mapping soils, where an analytical and integrated approach is reflected for consideration of all the factors of soil formation and economic activity. Using a model for accounting soil resources, designed on the basis of geospatial information, it is possible to verify cartographic material for large areas, map correction with a consistent increase in scale, the extraction of analytical information, detailing for individual territories, etc. [6].

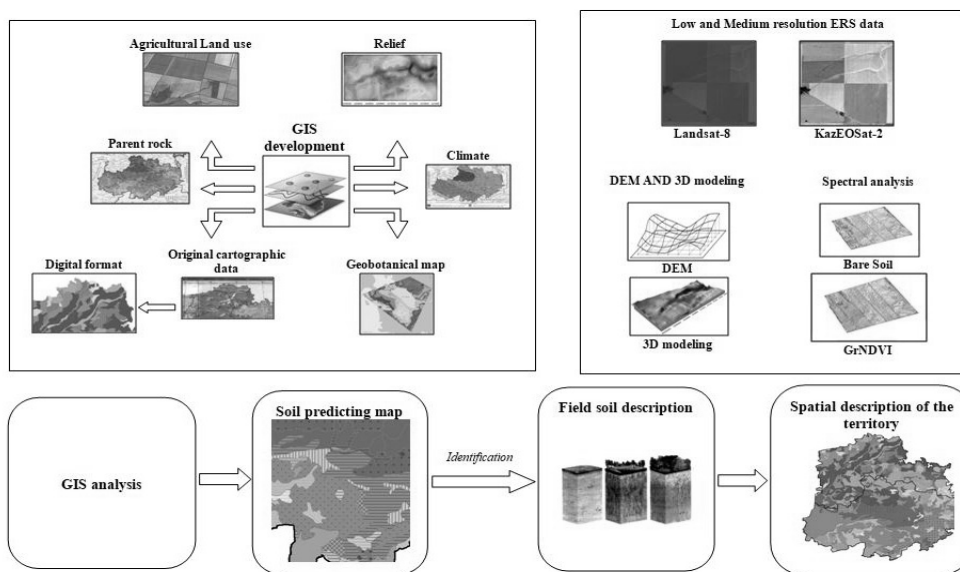


Figure 6. Algorithm for soil analysis based on remote sensing data, geoinformation design

Based on the results obtained, it is possible to construct an algorithm for analyzing the soil cover based on remote sensing data, geoinformation design, DEM and original soil maps in vector format.

The need for the introduction of new methods of soil mapping is determined by the high level of production influence and anthropogenic stress, which contributes to a change in the content of the soil map after adjustment by 20–25 %.

Using remote monitoring methods allows practical application of digital soil mapping at the regional level. The digital soil mapping algorithm presented below uses satellite data as the main source of information (Fig. 6). During the validation and verification processes of some methods points will be clarified in further research work. The need for further research on the capabilities of soils interpretation, developing a methodological justification, and adapting the indicator features of soils to a digital format determines the future direction of the work.

### *Financing*

The results presented in the article were obtained within the framework of the implementation of the Republican budget program 008 No. BR0533648 / EFP «Optimization of technical parameters and a methodological approach to the use of remote sensing data of domestic satellite KazEOSat — 1,2 «Subprogram 1» Development of scientific methods for evaluating soil fertility of North Kazakhstan on the basis of the Earth remote sensing data from KazEOSat — 1,2 satellites and geoinformation technologies».

### References

- 1 Савельев А.А. Оценка почвенного плодородия по данным дистанционного зондирования Земли / А.А. Савельев, Б.Р. Григорьян, Д.В. Добрынин, С.С. Мухарамова, В.И. Кулагина, И.А. Сахабиев // Ученые записки Казан. ун-та. Естественные науки. — 2012. — Т. 154, Кн. 3. — С. 158–172.
- 2 Киселев А.С. Использование данных ДЗЗ из космоса для идентификации загрязненности почв / А.С. Киселев, О.А. Маринина // Геопрофи. — 2009. — № 3. — С. 28–33.
- 3 Broge N.H. Comparing prediction power and stability of broadband and hyperspectral vegetation indices for estimation of green leaf area index and canopy chlorophyll density / N.H. Broge, E. Leblanc // Remote Sensing of Environment. — 2000. — Vol. 76. — P. 156–172.
- 4 Stolbovoi V. Land Resources of Russia / V. Stolbovoi, I. McCallum // International Institute for Applied Systems Analysis and the Russian Academy of Science. — 2002.
- 5 Ustin S.L. Using Imaging Spectroscopy to Study Ecosystem Processes and Properties / S.L. Ustin, D. Roberts, J.A. Gamon, G.P. Asner, R.O. Green // BioScience. — 2004. — Vol. 54, No. 6. — P. 523–534.
- 6 Кренке А.Н. Коррекция почвенных карт на основе данных дистанционного зондирования и цифровых моделей рельефа / А.Н. Кренке // Цифровая почвенная картография: теоретические и экспериментальные исследования. — 2012. — С. 287–304.
- 7 Сборник статей / Почвенный институт им. В.В. Докучаева. — 2012. — С. 287–304.
- 8 Савин И.Ю. Использование спутниковых данных для составления почвенных карт: современные тенденции и проблемы / И.Ю. Савин // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. — 2016. — Т. 13, № 6. — С. 29–39.
- 9 Королюк Т.В. Почвенная интерпретация космических изображений в системе методов ЦПК / Т.В. Королюк // Цифровая почвенная картография: теоретические и экспериментальные исследования: сб. ст. — М.: Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева, 2012. — С. 125–140.
- 10 Почвенная карта Акмолинской области КазССР / сост. В.В. Редков; под рук. Д.М. Стороженко. — 1958.

Г.Р. Кабжанова, К.С. Бактыбеков, Г.А. Кабдулова,  
А.А. Аимбетов, Л.Р. Алигажиева

## **Топырақ құнарлылығының деңгейін бақылауда Жерді қашықтықтан зондтау деректерін пайдалану**

Топырақ массивтерін жер үсті бақылауы дәл және егжей-тегжейлі болса да, көп уақытты алып, еңбек және материалдық ресурстарды көп қажет етеді. Топырақ жамылғысын бақылаудың кешенді әдістерін енгізу кезінде, ғарыштық технологияларды міндетті түрде қосамыз. Жерді қашықтықтан зондтау (ЖКЗ) деректері, әр түрлі спектрлік диапазондарда алынған, үлкен аумақтарға объективті ақпараттардан тұрады. Мақалада Солтүстік Қазақстанның топырақ жамылғысының өзгерісін картаға түсіру және бақылау үшін ЖКЗ мәліметтерін пайдалану мүмкіндігі қарастырылды. Отандық жерсеріктердің қашықтықтан зондтау мәліметтерін тақырыптық өңдеудің негізінде топырақтың егіс



кабатындағы негізгі қоректік заттардың құрамына кеңістіктік талдау жасалды, Солтүстік Қазақстандағы сынақ алаңдары үшін құнарлылық көрсеткіштері мен өсімдіктер индексі көрсеткіштерінің мәні арасындағы байланыс анықталды. Жер бетінің жай-күйінің сапалық өзгерістерін анықтау үшін жоғары практикалық қолдануға ие болатын ЖҚЗ әдістері қарастырылды. ЖҚЗ деректерін пайдалану топырақтың өзгергіштігін сандық бағалау үшін топырақты автоматты тану және талдау жүйелерін әзірлеуге, топырақ деректерінің аймақтық және жаһандық базасын құруға және т.б. мүмкіндік береді. Жоғары және орташа рұқсатта ЖҚЗ деректерін геоақпараттық технологиялармен бірге қолдану Жер ресурстарын тиімді басқаруға, топырақ құнарлылығын сақтауға және қолдауға ықпал ететін топырақтың құнарлылығын бағалауда үлкен әлеуетті мүмкіндіктерді көрсетеді. Сондай-ақ, ЖҚЗ мен ГАЖ-технологиялардың деректерін қолдану осы саладағы жаңалық және жоғары сапалы жұмыс болып табылатындығын ескерген жөн.

*Кілт сөздер:* Жерді қашықтықтан зондтау, ғарыштық технологиялар, ғарыш түсірілімдері, топырақ құнарлылығын бақылау және бағалау, топырақ деректері, ГАЖ, топырақ картасы, өсімдіктер индексі.

Г.Р. Кабжанова, К.С. Бактыбеков, Г.А. Кабдулова,  
А.А. Аимбетов, Л.Р. Алигажиева

## Использование данных дистанционного зондирования Земли для мониторинга уровня плодородия почв

Наземный мониторинг почвенных массивов требует больших временных, трудовых и материальных ресурсов, хотя и является наиболее точным и детальным. При внедрении комплексных методов мониторинга за почвенным покровом обязательно включение космических технологий. Данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) несут объективную информацию на большие территории, полученную в различных спектральных диапазонах. В статье рассмотрены возможности использования данных ДЗЗ для картирования и мониторинга изменений почвенного покрова Северного Казахстана. На основе тематической обработки данных ДЗЗ отечественных спутников проведен пространственный анализ содержания основных элементов питания в посевном слое почв, выявлена взаимосвязь между показателями плодородия и значением вегетационных индексов на тестовые полигоны территории Северного Казахстана. Рассмотрены методы ДЗЗ, которые приобретают все большее практическое применение для определения качественных изменений состояния земной поверхности. Использование данных ДЗЗ дает возможность разработки систем автоматического распознавания и анализа почв, для количественной оценки изменчивости почв, создания региональных и глобальных баз почвенных данных и др. Применение данных ДЗЗ высокого и среднего разрешения, совместно с геоинформационными технологиями, показывают большие потенциальные возможности в оценке плодородия почв, которое способствует эффективному управлению земельными ресурсами, сохранению и поддержанию почвенного плодородия. Также стоит отметить, что применение данных ДЗЗ и ГИС-технологий является новшеством в этой сфере и является высоко наукоемкой работой.

*Ключевые слова:* дистанционное зондирование Земли, космические технологии, космические снимки, мониторинг и оценка плодородия почв, ГИС, почвенные данные, вегетационные индексы, почвенные карты.

## References

- 1 Savelev, A.A., Grigor'yan, B.R., Dobrynin, D.V., Muharomova, S.S., Kulagina, V.I. & Sahabiev, I.A. (2012). Otsenka pochvennoho plodorodiia po dannym distantsionnoho zondirovaniia Zemli [Assessment of soil fertility according to Earth remote sensing data]. *Uchenye zapiski Kazanskoho universiteta. Estestvennye nauki — Scientific notes of Kazan University. Natural Sciences*, 154, 3, 158–172 [in Russian].
- 2 Kiselev, A.S., & Marinina, O.A. (2009). Ispolzovanie dannykh DZZ iz kosmosa dlia identifikatsii zahriaznennosti pochv [Use of the ERS data from space for identification of soil contamination]. *Geoprofi*, 3, 28–33 [in Russian].
- 3 Broge, N.H., & Leblanc, E. (2000). Comparing prediction power and stability of broadband and hyperspectral vegetation indices for estimation of green leaf area index and canopy chlorophyll density. *Remote Sensing of Environment*, 76, 156–172.
- 4 Stolbovoi, V., & McCallum, I. (2002). Land Resources of Russia. *International Institute for Applied Systems Analysis and the Russian Academy of Science*.
- 5 Ustin, S.L., Roberts, D., Gamon, J.A., Asner, G.P., & Green, R.O. (2004). Using Imaging Spectroscopy to Study Ecosystem Processes and Properties. *BioScience*, 54, 6, 523–534.
- 6 Krenke, A.N. (2012). Korrektsiia pochvennykh kart na osnove dannykh distantsionnoho zondirovaniia i tsifrovyykh modelei relefa [Correction of soil maps based on remote sensing data and digital elevation models]. *Tsifrovaia pochvennaia kartografiia: teoreticheskie i eksperimentalnye issledovaniia — Digital soil mapping: theoretical and experimental research*, 287–304 [in Russian].
- 7 Sbornik statei [Digest of articles]. (2012). *Pochvennyi institut imeni V.V. Dokuchaeva — Soil Science Institute named after V.V. Dokuchaev*, 287–304 [in Russian].

- 
- 8 Savin, I.Yu. (2016). Ispolzovanie sputnikovykh dannykh dlia sostavleniia pochvennykh kart: sovremennye tendentsii i problemy [Using satellite data to compile soil maps: current trends and problems]. *Sovremennye problemy distantsionnoho zondirovaniia Zemli iz kosmosa — Modern problems of remote sensing of the Earth from space*, 13, 6, 29–39 [in Russian].
- 9 Korolyuk, T.V. (2012). Pochvennaia interpretatsiia kosmicheskikh izobrazhenii v sisteme metodov CPK [Soil interpretation of space images in the system of CPC methods]. *Tsifrovaia pochvennaia kartografiia: teoreticheskie i eksperimentalnye issledovaniia — Digital soil cartography: theoretical and experimental research*. — Moscow: Soil Science Institute named after V.V. Dokuchaev [in Russian].
- 10 Redkov, V.V., & Storozhenko, D.M. (1958). *Pochvennaia karta Akmolinskoi oblasti KazSSR [Soil map of the Akmola region of the Kazakh SSR]* [in Russian].

Imanaly Akbar<sup>1, 2\*</sup>, Z.K. Myrzaliyeva<sup>3</sup>, A.Z. Tazhekova<sup>4</sup>, B. Kenesbekkyzy<sup>5</sup>

<sup>1</sup>State Key Laboratory of Desert and Oasis Ecology, Xinjiang Institute of Ecology and Geography,  
Chinese Academy of Sciences, Urumqi, China;

<sup>2</sup>University of the Chinese Academy of Sciences, Beijing, China;

<sup>3</sup>Department of Modern History of Kazakhstan and Geography, SILK WAY International University, Shymkent, Kazakhstan;

<sup>4</sup>Department of Geography, South Kazakhstan State Pedagogical University, Shymkent, Kazakhstan;

<sup>5</sup>School № 37 named after Zhansugurov, Zhanalyk village, Talgar district, Almaty province, Kazakhstan

\*Corresponding author: yimanaili\_akebaier@yahoo.com

## Development status of the tourism products in Jabagly village near the Aksu-Jabagly world heritage site

Tourism is one of the main sources of income in many countries; even some states depend highly on the tourism industry at present. The main purpose of tourism business activities is to create competitive tourist products in the international market. Achievement of these aims requires the development of the governmental regulation system, support of the tourism industry, the usage of promotion methods of tourism products. The article presents and assesses the state of development of the most necessary tourism products for the development of the tourism industry on the example of Aksu-Jabagly Nature Reserve in Kazakhstan. The results of the study show that if we consider the development level of the four most important tourist products, such as accommodation, transportation, tourist attractions and electronic service, then we can say that the level of their development and the conditions for providing quality services to tourists are relatively good according to the three previous indicators. Based on the analysis of the quality of electronic services in the field of research (the main criteria: telephone signal, Internet speed, electronic tickets, etc.), we found that the level of e-service development in this region is low, despite the fact that Kazakhstan has the potential of using high-quality internet coverage in its current development status.

*Keywords:* development status, tourism products, tourists, Jabagly village, Aksu-Jabagly, nature reserve, world heritage, Kazakhstan.

### Introduction

With the rapid development of economy and society, GDP has increased year by year, people's concern about leisure activities is increasing, and the tourism industry has been developing vigorously. In many countries, tourism is a major industry that deserves our attention, and it has clearly become a global socio-economic phenomenon [1]. It is necessary to conduct regional monitoring of the domestic tourism industry in order to identify problems in a timely manner and allocate solutions that will accelerate their development [2]. The development of rural tourism in the Republic of Kazakhstan is one of the crucial issues, because today Kazakhstan's tourism industry has been recognized as one of the important sectors of the state's economy [3]. One of the main tasks of tourism is to serve travelers, and its success depends on the positive inter-relationship between all sectors. It is hoped that this synergy between travel service providers will bring a positive experience to individual tourists [4]. Tourism's important role in economy and socio-cultural aspects is well accepted. But the tourism nowadays is not simple one; like going to holiday to enjoy good weather. Modern tourists have diverse interests than traditional ones. On the other hand, environmental, political and local participation issues are being raised in tourism. Hence, it is necessary to know the main products or elements of tourism industry in order to grasp the essence of the phenomena. Basically, the tourism industry includes four main products: (i) accommodation, (ii) transportation, (iii) attractions, and (iv) electronic services [5].

If tourists cannot get from one destination to another quickly and efficiently, then transportation development will make it possible. The transportation provided for tourists can be divided into air, water and land. Good transport is one of the major segments of tourism industry and the lack or insufficiency of transportation will certainly obstruct the smooth tourism development [6]. The accommodation sector includes various forms of reception facilities, which can be conveniently classified as services (including catering) or self-service facilities. The hotel is the most important and widely recognized service provider for tourists and business travelers overnight. They may also constitute one of the key elements of a holiday package [4]. A tourist attraction is a place of interest where tourists visit, typically for its inherent or an exhibited natural

or cultural value, historical significance, natural or built beauty, offering leisure and amusement. With our experience in the development of tourist attractions, we have changed the attractions in a visionary way, transformed the brand into a place, and made the local story vivid, tangible and memorable [7]. Electronic services have been developed in various ways to support tourism in different cities, regions and countries. They are experiencing strong growth and can meet the needs of various stakeholders, such as the urban planning policy department and the municipal tourism bureau. The continued rise of electronic services as a travel and tourism communication tool has posed challenges to destination marketing and tourism companies in the city. Electronic services form very efficient and cost-effective tools to promote new destinations [8].

The aim of this study is to examine the Jabagly village's tourism products' development level and Aksu-Jabagly nature reserve's ecological protection status in order to support the development of sustainable tourism in the western Tian-Shan natural World Heritage Sites. Through an increased understanding of tourism development opportunities, this study hopes to encourage the development of tourism in the buffer zone of the heritage sites. In this way, we can protect the integrity of the heritage site, bring income-generating opportunities to local communities near the World Heritage Sites, and offer financial support for the conservation of the sites. To help achieve these purposes, the study has two major objectives:

- Provide an up-to-date analysis of tourism products' development in Jabagly village adjacent to Aksu-Jabagly World Heritage Site.
- To evaluate the development status of tourism products necessary for developing the tourism industry in the buffer zones of the reserve.

*Study Area Overview:* Jabagly village is an administrative unit of Tulkibas district. It includes the settlement of Jabagly, Abaiyl, and Russian Railway 115. The total population of the Jabagly village is 3048 people, including 2401 people of Jabagly settlement, 545 people of Abaiyl settlement, and 102 people of settlement Russian Railway 115. The center of the village is Jabagly settlement. And Jabagly settlement is 17 km southeast to the Turar Ryskulov town (former Vannovka), the administrative center of Tulkibas district. Jabagly settlement has a public transport connection with Turar Ryskulov town and Shymkent city (passport of Jabagly village, 2019). Lying adjacent to the West Tien Shan Mountains, Jabagly settlement is the gateway to Aksu-Jabagly State Natural Reserve (Fig. 1).



Figure 1. Infrastructure of selected research areas of Turkistan province. © *The first author*

Most people from Jabagly village center are herders and farmers, population size is larger compared with two other settlements, with a total of 2401 people, among them economically active population is 1571 people; nearly all of them are Kazakh people. There are 4 Shops, 14 limited liability companies and 4 industrial complexes in the village center. Jabagly village center has 4612.7 ha of agricultural land, 1755 ha of

non-irrigation land, 569 ha of irrigation land, 116.7 ha of meadowland and 2172 ha of pastureland. There are 1171 cows, 645 horses, 4151 sheep and goats, and 5757 poultries in the Jabagly village center. And it owns 226 cars (Tab. 1). There are mainly 4 tour operators' offices and guest houses in the village center, two of them are located on the gateway of the Aksu-Jabagly world heritage site.

Table 1

**General statistics of Jabagly village. Source: passport of Jabagly village, 2019**

Elements	The names of settlements in the village			Total
	Settlement Jabagly	Settlement Abaiyl	Russian Railways 115	
Number of families	395	71	17	483
Population	2401	545	102	3048
Economically active population	1571	275	33	1921
Kazakh	2324	535	102	2961
Russian	37	10	0	47
Other ethnics	40	0	0	40
limited liability companies	14	0	0	14
industrial complex	4	0	0	4
Number of cars	226	51	6	283
Shops	4	0	0	4
agricultural land (ha)	4612.7	73	95	4780.7
non-irrigation land (ha)	1755	45	75	1875
irrigation land (ha)	569	28	20	617
the meadow land (ha)	116.7	0	0	116.7
pastureland (ha)	2172	0	0	2172
cows	1171	266	52	1489
horses	645	46	47	738
sheep and goats	4151	554	250	4955
poultries	5757	1122	250	7129

Settlements Abaiyl and Russian Railway 115 are located between Jabagly village center and Akbiik vilage of Tulkibas district. Most people from these settlements have a stable job, railway workers, population size is not large, with a total of 647 people, among them economically active population is 308 people, nearly all of them are Kazakh people. There are no Shops, limited liability companies and industrial complex in these settlements. These two settlements totally have 168 ha of agricultural land, 120 ha of non-irrigation land and 48 ha of irrigation land. The two settlements own totally 318 cows, 93 horses, 804 sheep and goats, and 1377 poultries. And they have totally 57 cars (Table 1).

*Materials and methodology*

This study conducted in March 2019 and comprised two main components to address the aim and objectives. For gathering relevant information about the selected research area, interviews of key experts were carried out and additional documents analyzed. The main component of the study was a desktop analysis of key documents prepared by official site of Aksu-Jabagly state nature reserve ([www.aksu-jabagly.kz](http://www.aksu-jabagly.kz)), official sites of relevant organizations. At the same time, we search some documents included all the general reports, mission reports and periodic reports produced in recent years as well as some documents dating further back. News and articles related to the theme of «tourism product development» (using Google Browser) were also collected and incorporated into the research.

*Results and discussion*

*Tourism industry key products' development status in Jabagly village*

The tourism industry as a whole survives because of various tourism products and services. Tourism industry is flexible. The products of tourism cannot be easily standardized as they are created for the customers of varied interests and demands. There are several tourism products and services created primarily for the tourists and also for the locals. In our research, we will discuss the development level of Jabagly village's following five major tourism industry products.

*Accommodation or guesthouses in Jabagly village*

Aksu-Jabagly State Nature Reserve is an all-season recreation place enjoying long history and being a great attraction point for lots of travelers. This unique area of South-Kazakhstan region offers a vacation adventure you will not forget. There are several tour operators which are located near the Aksu-Jabagly Natural World Heritage site and they offer accommodations for tourists. The main tour operators and guesthouses near Aksu-Jabagly State Nature Reserve are as follows (Table 2).

Table 2

**The guesthouses in Jabagly village**

The guest houses	The characteristics of the guesthouses
Holiday villages or «Aksu-Jabagly» recreation camp	The tourist camp «Holiday villages» consisted of hotel complex including five cottages for 30 hotel beds, canteen, sauna, swimming pool, camping outfit storage room, medical office, sports center, car parking, etc. ( <a href="http://www.aksu-baza.kz">www.aksu-baza.kz</a> )
Family tourism company «Ruslan» (Figure 2.)	«Ruslan» is a family operated tourism company specialized in the Aksu-Jabagly nature reserve. Operating from the village of Jabagly and located just a few kilometers from the nature reserve. Apart from organizing tours, it has its own guest house and offers accommodations for tourists ( <a href="http://www.Jabagly.com">www.Jabagly.com</a> )
Zhenja and Lyuda's Boarding House	This cozy guesthouse is a small hotel on Jabagly's main street, which has rooms with two comfy single beds and a private bathroom. Vegetarian meals can be arranged. Featured a garden and both free WiFi and private parking are accessible at this property. It has a private bathroom, some accommodations at the guesthouse also offer a balcony and a terrace ( <a href="http://www.aksu-inn.com">www.aksu-inn.com</a> )
Guesthouse of Aksu-Jabagly State Nature Reserve	This boarding house and administration office of Aksu-Jabagly nature reserve is located at the same place. The guesthouse offers comfortable rooms, each room has a toilet, shower with hot water per 24 hours. Guests can plan their trips in a waiting room and have their meals in a dining room ( <a href="http://www.aksu-jabagly.kz">www.aksu-jabagly.kz</a> )

As far as two main tourism products of Jabagly village, such as accommodation and tour operators, are concerned, we can easily conclude from above table that there are enough accommodations for tourists in Jabagly village, and they are well equipped. The various services they provide are relatively complete, and the quality of accommodation meets the basic standards of rural tourism development (Fig. 2).

Figure 2. An accommodation in Jabagly village (guest houses of «Ruslan»). © *The first author*

*Transportation development degree*

The development of the tourism industry is closely related to the construction of transportation infrastructure. Generally speaking, tourists choose different forms of tourism traffic according to local conditions for different travel needs, such as road, railway, aviation, and water, etc. When we interviewed the Akim (mayor of village), he said the transportation infrastructure of this tourist destination is well developed compared with other nature tourism attractions’ in Kazakhstan. He also added that one of the accessibility advantages of the nature reserve is its geographical location, located in the middle of the two old cultural cities (Shymkent and Taraz) of Kazakhstan, only approximate 100 km distance from them respectively. And during our investigation period we saw the trains from two republic cities (Nur-Sultan and Almaty) of Kazakhstan to the second megalopolis (Shymkent) pass near the world heritage site, the train station is about 20km route from the Aksu-Jabagly nature reserve. At the same time, the quality of car routes to the nature reserve is very good. For example, The WE-WC Highway that meets international quality standards passes through the vicinity of the nature reserve.

Almaty can rightly claim a more developed tourism industry but Aksu-Jabagly can provide a glimpse into what Kazakhstan has to offer away from there. You can get there from many directions by various transport (Table 3), and Shymkent is the best port of entry by plane.

Table 3

**The most convenient transportation to Aksu-Jabagly heritage site**

Transport types	Description of the available roads to Aksu-Jabagly natural world heritage site
By private car	You can arrive at this nature reserve from Shymkent (about 100km), Taraz (about 100km), Tashkent (about 220km), Turkistan (about 250km) and Almaty (about 600km) by private car or self-driving. Jabagly village next to this natural heritage site is situated 10 km far from Tashkent-Almaty high route or WE-WC Highway.
By bus	You take a minibus in Shymkent, there is a daily minibus from Shymkent to the village of Jabagly village. Another option is to take a minibus between Shymkent and Taraz, then get off in the village of Akbiik with the sign «Jabagly». From here you can take a private car to the village of Jabagly.
By train	The trains, from Almaty (12 hours) or Nur-Sultan (24 hours) to Shymkent, passes through the vicinity of the heritage site. Buy a train ticket to Shymkent City Station. Get off at Tulkibas Railway Station. The distance from Tulkibas Railway Station to Jabagly Village is 18 kilometers. Taxi there is always available. Sometimes the private car of the travel agency picks you up.
By plane	There are flights from Nur-Sultan to Shymkent (1h 25min) and to Taraz (1h 40min) or you can fly from Almaty to Shymkent (about 1 hour), then go to Aksu-Jabagly by car or bus.

*The main popular tourist attractions*

The Aksu-Jabagly Nature Reserve, though relatively small in area, is rich in wildlife and listed in the UNESCO world heritage site. Aksu-Jabagly natural world heritage site is home to multitude of landscapes and extremely diverse flora and fauna. Moreover, the mountains are also the place of origin for many cultivated fruit crops along with numerous kinds of forests and plant communities unique to that area. The unique world of animals, birds, and plants, virgin nature, as well as fascinating horseback riding and car routes attract tourists from many countries. The main popular tourist attractions in the territory of the Aksu-Jabagly State Nature Reserve are as follows (Fig. 3.):

*Gorge Kshi-Kayndy and Pass Kshi-Kaindy:* Gorge Kshi-Kayndy and Pass Kshi-Kaindy are located in Jetimsay valley at the Jabagly part of the Aksu-Jabagly state nature reserve. The way to the gorge Kshi-Kayndy begins from the left bank of the 12 km long Jabagly River. This area is covered with a juniper and shrub forests. In spring, mountain goats and argali can be seen on the southern slope of the Gorge, and vultures and eagles often fly around. On the way, you can also see Greig and Kaufman tulips and other rare and endemic plants. In good weather, you can have a spectacular view of the central part of the reserve and its picturesque Bugulutor Peak. An alpine meadow is the best place where you can see the bear [9].

*Gorge Ulken Kaindy and Pass Ulken Kaindy:* Ulken Kaindy steppe is a scientific research base, including Baidaksay, the Kyzolgen lake, the Kaskabulak and the Kazanshunkyr. You can explore this tourist attraction by car, however, after passing the river Ulken Kaindy, there are roads only for horses or hiking. Cone-shaped peaks, green hills and picturesque slopes can be seen in Baidaksay valley. The higher the tour road is, the fewer plants and junipers can be seen. You can enjoy the beautiful view of the mountain lake

Kyzolgenkol and visit the petroglyphs in Boydaksay and Peak Kaskabulak on this journey. At an altitude above 3,000 m, visitors can watch argali, ibex, Himalayan snow cock, Tian-Shan brown bears and mountain goats etc. [9].

*Canyon Aksu and Aksu river:* Aksu Canyon is a 15 km long and 500m deep canyon in Kazakhstan. The Aksu Canyon harbors some forest fragments with *Malus sieversii* and the Turkestan Maple (*Acer turkestanicum*). The Aksu river formed Aksu Canyon which is 500m deep, and can only be crossed in the southern part of the reserve by walking over a narrow pedestrian bridge. On a steep rock slope with southern exposure, you can observe a colony of rock swallows. There is also the possibility of meeting all of the endemic plants, rare wild animals, and birds of the reserve [9].

*Gorge lakes Koksay:* In the territory of the nature reserve, there are about 20 small lakes and there are few greater lakes, which is characteristic for all Western Tian-Shan. There are only small reservoirs in this reserve and some of them are only 10 square meters. They are formed near the glaciers, where the rivers collapse and have some landslides. Two major biggest lakes at the nature reserve are Kokurium, 2506 meters above sea level, and circuit of lakes Koksay, from 2620 up to 2700 meters above sea level. During the tour to the gorge Koksai river, tourists can see Koksay lakes and the waterfall in Taldysay tributary. Along the river is one of the best places in the reserve to observe the blue bird. In this area, you can see the golden eagle, lammergeyer (bearded vulture) and other birds of prey [9].

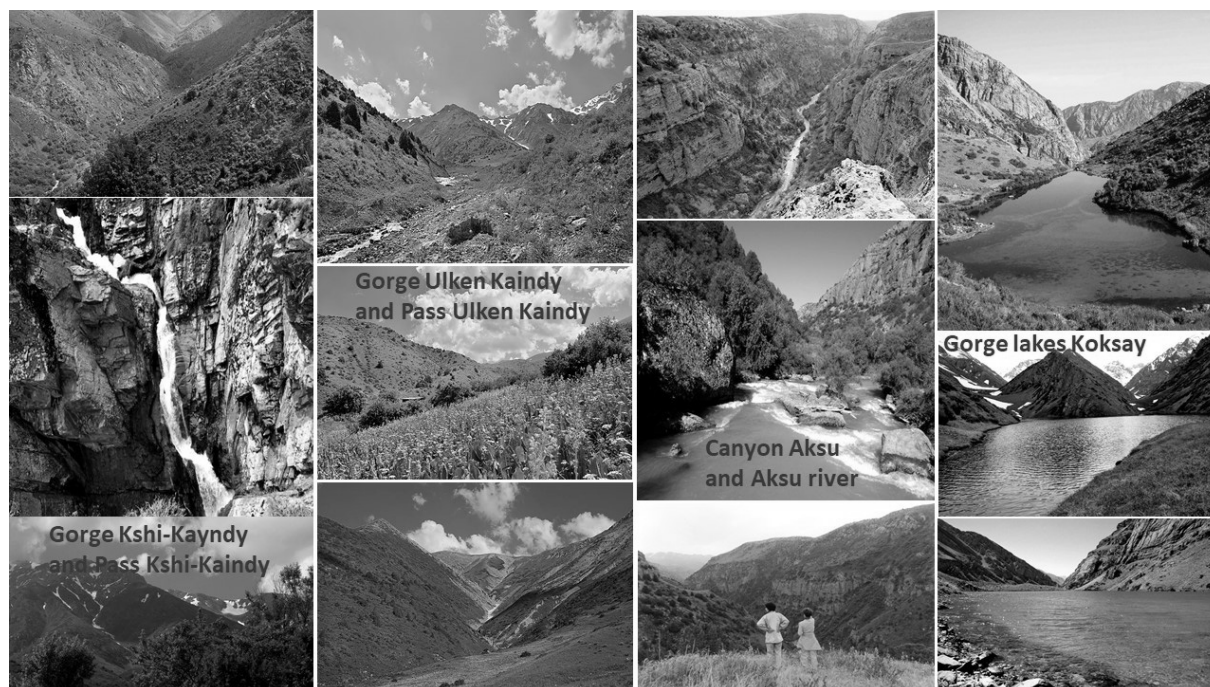


Figure 3. The most popular tourist attractions in Aksu-Jabagly reserve. © www.aksu-jabagly.kz

In the analysis and decision-making process of public management, urban planning and tourism, the attractiveness of destinations is crucial. The natural and cultural-historical object is characterized by both its intrinsic value, because of being researched and various forms of protection and external value, which is applied in tourism [10]. Judging from the natural beauty of the Aksu-Jabagly Nature Reserve, from the above description of the main tourist roads and the photographs taken, it can be concluded that there are many fascinating tourist attractions in the reserve that can make this place a competitive tourist destination in Kazakhstan and even in the world.

#### *Electronic services degree*

On 9th of September, 2016 at the site of the National Chamber of Entrepreneurs of Kazakhstan «Atameken» were held public hearings on the transfer of the function of MID RK on «Dissemination of information about Kazakhstan and its tourism opportunities in the international tourist market. In her speech, the Board Member, Deputy Chairman Yulia Yakupbaeva noted that of all state functions in the sphere of tourism the readiest for transmission — is the function of promotion of information about Kazakhstan at the international tourist market, and within the state [11]. Unfortunately, Kazakhstan holds 111 place among



141 countries in the world ranking of competitiveness in the sector of travel and tourism in 2016 in terms of effectiveness of marketing activities for attraction of tourists [12]. So far, policies regarding brand destinations have been defined, and the state's official tourism portal [www.kazakhstan.travel](http://www.kazakhstan.travel) was designed in 2014. However, Kazakhstan has no travel brands (logos, slogans), and the country does not have an internationally renowned official brand travel portal. Searching for travel information about Kazakhstan on Google browser, you can find some national travel websites, such as [www.visitkazakhstan.kz](http://www.visitkazakhstan.kz). However, it should be noted here that most of the state's funds are allocated to the development of the website, and very little is allocated to the promotion of the website [13]. Therefore, the Kazakhstan government still needs to promote the development of Kazakhstan's tourism digitalization.

Nowadays, the consumer demand for tourists is more obvious and presents a trend of individualization and diversification. Tourism companies also need to provide more and more one-stop integrated tourism products. All of these must have a strong information consulting service platform and an information transmission network to support them [14]. When we went to the selected research area, we interviewed the representative of the Tourism and External Affairs Office in Turkistan province. He provided us with information about the digitalization of scenic spots, Aksu-Jabagly World Natural Heritage Site. He said «the accurate information service of this tourist destination (traditional paper maps cannot provide it) is basically good, and nearly all information about tourism development is available on national and international sites, for example, you can contact a travel agency to book accommodation and travel routes near the nature reserve you need in advance, or book them online at any time.». However, when investigating this tourist destination, we found that most of the electronic services in the scenic area could not meet the global standards of online service standards. Although you can use your various electronic contact tools and Internet service at the Aksu-Jabagly tourist destination, their signal is bad and the speed of the internet is relatively slow (2 or 3G). And the tourism department of this nature reserve office doesn't use automatic ticket selling and checking, Global Position System, sensor networks, and environment monitoring systems at all, which are the most significant elements to improve its core competitiveness and increase consumer satisfaction. Through the above-mentioned different types of travel service systems, the tourists in the destination can be informed of the traffic, weather information, passenger distribution and other real-time information in the scenic spots during the tour.

### Conclusion

As defined by UNWTO, a Tourism Product is «a combination of tangible and intangible elements, such as natural, cultural and man-made resources, attractions, facilities, services and activities around a specific center of interest which represents the core of the destination marketing mix and creates an overall visitor experience including emotional aspects for the potential customers. A tourism product is priced and sold through distribution channels and it has a life-cycle» [15]. The level of development of tourism products is a clear manifestation of the development of the tourism industry in one region. There are many types of tourism products, more than a dozen, and in our research article, we have identified the development of four major tourism products in the Aksu-Jabagly Nature Reserve, with some concrete examples. If we evaluate the development level of the four types of tourism products, we can give a good assessment of three of them: accommodation, transport and tourist attractions. And one of them (e-services for tourism) is the low level of development. Electronic service in this area needs to be improved with the support of relevant organizations, as in the 21st century, e-services are one of the most important tourism products in the development of tourism systematically.

### References

- 1 Cracolici M.F. The attractiveness and competitiveness of tourist destinations: A study of Southern Italian regions / M.F. Cracolici, P. Nijkamp // *Tourism management*. — 2009. — Vol. 30, Iss. 3. — P. 336–344. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2008.07.006>
- 2 Aliyeva S. The Socioeconomic Impact of Tourism in East Kazakhstan Region: Assessment Approach / S. Aliyeva, X. Chen, D. Yang, K. Samarkhanov, O. Mazbayev, A. Skenuly, A. et al. // *Sustainability*. — 2019. — Vol. 11, Iss. 17. — P. 4805. <https://doi.org/10.3390/su11174805>
- 3 Tleubayeva A. Rural tourism as one of the priority factors for sustainable development of rural territories in Kazakhstan / A. Tleubayeva // *Journal of Environmental Management and Tourism (JEMT)*. — 2018. — Vol. 9, Iss. 06(30). — P. 1312–1326. [http://dx.doi.org/10.14505/jemt.v9.6\(30\).21](http://dx.doi.org/10.14505/jemt.v9.6(30).21)
- 4 Camilleri M.A. Tourism planning and destination marketing / M.A. Camilleri // Emerald Publishing Bingley. — 2019. <https://doi.org/10.1108/978-1-78756-291-220181014>

- 5 Yasarata M. Politics and sustainable tourism development — Can they co-exist? Voices from North Cyprus / M. Yasarata, L. Altinay, P. Burns, F. Okumus // *Tourism Management*. — 2010. — Vol. 31, Iss. 3. — P. 345–356. <https://doi:10.1016/j.tourman.2009.03.016>
- 6 Dileep M.R. *Tourism, Transport and Travel Management* / M.R. Dileep // Routledge. — 2019. <https://books.google.com>
- 7 Prideaux B. Creating visitor attractions in peripheral areas. In *Managing visitor attractions: New directions* / B. Prideaux // Routledge. — 2012. — P. 78–92. <https://books.google.com>
- 8 Bruinsma F. Tourism, culture and e-services: Evaluation of e-services packages / F. Bruinsma, K. Kourtit, P. Nijkamp // *Research Memorandum*. — 2011. — P. 16. <https://dlib.info>
- 9 [www.aksu-jabagly.kz](http://www.aksu-jabagly.kz). Aksu — Zhabagly State Nature Reserve.
- 10 Schebal C. (2011). Evaluation of Tourist Destination Attractiveness. <https://scholar.google.ru>
- 11 [www.atameken.kz](http://www.atameken.kz). Organization for the promotion of tourism will appear in Kazakhstan, 14 September 2016.
- 12 [www.weforum.org/reports](http://www.weforum.org/reports). Travel and Tourism Competitiveness Report 2016.
- 13 Kazakhstan National Committee. 2014 Kazakhstan National Committee for the UNESCO Program «Man and Biosphere»: Aksu-Zhabagly BIOSPHERE RESERVE. <http://www.kazmab.kz>
- 14 Yin H. The influence of big data and informatization on tourism industry / H. Yin, Y. Zhu // *IEEE*. — 2017. — P. 1–5. <https://doi:10.1109/BESC.2017.8256393>
- 15 [www.unwto.org](http://www.unwto.org). PRODUCT DEVELOPMENT.

Иманалы Акбар, З.Қ. Мырзалиева, А.Ж. Тәжекова, Б. Кенесбекқызы

### **Ақсу-Жабағылы дүниежүзілік мұра нысаны маңындағы Жабағылы ауылындағы туристік өнімдердің даму жағдайы**

Туризм көптеген елдердегі негізгі табыс көздерінің бірі болып табылады, тіпті кейбір мемлекеттер қазіргі уақытта туризм индустриясына қатты тәуелді. Туристік кәсіпкерлік қызметтің негізгі мақсаты — халықаралық нарықта бәсекеге қабілетті туристік өнімдерді жасау. Осы мақсаттарға жету мемлекеттік реттеу жүйесін дамытуды, туризм индустриясын қолдауды және туристік өнімді жарнамалау әдістерін қолдануды талап етеді. Мақалада Ақсу-Жабағылы қорығының мысалында туризм индустриясын дамыту үшін ең қажетті туристік өнімдердің даму жағдайы ұсынылды және бағаланды. Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, егер біз ең маңызды тұрар жай, көлік жолдары, туристік көрікті жерлер және электронды сервис дамуын қарастыратын болсақ, олардың даму деңгейі мен туристерге сапалы қызмет ұсыну жағдайы салыстырмалы түрде алдыңғы үшеуі бойынша жақсы деп айтуға болады. Зерттеу саласында аймағымыздағы электрондық қызмет көрсету (негізгі өлшемдер: телефон сигналы, интернет жылдамдығы, электронды билет және т.б.) сапасын талдау нәтижесінде, Қазақстанның шалғай ауылдық жерлерін жоғары сапалы интернетпен қамту мүмкіндігі барына қарамастан оның даму деңгейі төмен деп санадық.

*Кілт сөздер:* даму жағдайы, туристік өнімдер, туристер, Жабағылы ауылы, Ақсу-Жабағылы, табиғи қорық, әлемдік мұра, Қазақстан.

Иманалы Акбар, З.К. Мырзалиева, А.Ж. Тәжекова, Б. Кенесбекқызы

### **Состояние развития туристической продукции в селе Джабаглы возле объекта всемирного наследия Ақсу-Джабаглы**

Туризм является одним из основных источников дохода во многих странах, многие государства в настоящее время сильно зависят от индустрии туризма. Основная цель деятельности туристического бизнеса — создание конкурентоспособных туристических продуктов на международном рынке. Достижение этих целей требует развития системы государственного регулирования, поддержки индустрии туризма, использования методов продвижения туристических продуктов. В статье представлены итоги и оценено состояние развития наиболее необходимых туристических продуктов на примере Ақсу-Джабаглынского заповедника. Наше исследование рассматривает состояние наиболее важных направлений, как проживание, транспорт, туристические достопримечательности и электронный сервис, что свидетельствует о том, что уровень их развития и условия предоставления качественных услуг туристам оптимальны по трем ранее указанным показателям. На основе анализа качества электронных услуг в области исследования (основные критерии: телефонный сигнал, скорость интернета, электронные билеты и т.д.) определен низкий уровень развития в данном регионе, тогда как в Казахстане имеется потенциал использования качественного интернет-покрытия в условиях его текущего развития.

*Ключевые слова:* состояние развития, туристические продукты, туристы, село Джабаглы, Ақсу-Джабаглы, природный заповедник, всемирное наследие, Казахстан.

## References

- 1 Cracolici, M.F. & Nijkamp, P. (2009). The attractiveness and competitiveness of tourist destinations: A study of Southern Italian regions. *Tourism management*, 30(3), 336–344. <https://doi:10.1016/j.tourman.2008.07.006>
- 2 Aliyeva, S., Chen, X., Yang, D., Samarkhanov, K., Mazbayev, O., & Sekenuly, A. (2019). The Socioeconomic Impact of Tourism in East Kazakhstan Region: Assessment Approach. *Sustainability*, 11(17), 4805. <https://doi:10.3390/su11174805>
- 3 Tleubayeva, A. (2018). Rural tourism as one of the priority factors for sustainable development of rural territories in Kazakhstan. *Journal of Environmental Management and Tourism (JEMT)*, 9(06(30)), 1312–1326. [http://dx.doi.org/10.14505/jemt.v9.6\(30\).21](http://dx.doi.org/10.14505/jemt.v9.6(30).21)
- 4 Camilleri, M.A. (2019) Tourism planning and destination marketing. *Emerald Publishing Bingley*. <https://doi.org/10.1108/978-1-78756-291-220181014>
- 5 Yasarata, M., Altinay, L., Burns, P. & Okumus, F. (2010). Politics and sustainable tourism development — Can they co-exist? Voices from North Cyprus. *Tourism Management*, 31(3), 345–356. <https://doi:10.1016/j.tourman.2009.03.016>
- 6 Dileep, M.R. (2019). *Tourism, Transport and Travel Management*. *Routledge*. <https://books.google.com>
- 7 Prideaux, B. (2012). Creating visitor attractions in peripheral areas. In *Managing visitor attractions: New directions*, *Routledge*, 78–92. <https://books.google.com>
- 8 Bruinsma, F., Kourtit, K. & Nijkamp, P. (2009). Tourism, culture and e-services: Evaluation of e-services packages. *Research Memorandum*, 2011, 16. <https://dlib.info>
- 9 [www.aksu-jabagly.kz](http://www.aksu-jabagly.kz). *Aksu-Zhabagly State Nature Reserve*.
- 10 Schebal, C. 2011 *Evaluation of Tourist Destination Attractiveness*. <https://scholar.google.ru>
- 11 [www.atameken.kz](http://www.atameken.kz). *Organization for the promotion of tourism will appear in Kazakhstan*, 14 September 2016.
- 12 [www.weforum.org/reports](http://www.weforum.org/reports). *Travel and Tourism Competitiveness Report 2016*.
- 13 Kazakhstan National Committee. 2014 Kazakhstan National Committee for the UNESCO Programme «Man and Biosphere»: *Aksu-Zhabagly BIOSPHERE RESERVE*. <http://www.kazmab.kz>
- 14 Yin, H., & Zhu, Y. The influence of big data and informatization on tourism industry. *IEEE*, 1–5. <https://doi:10.1109/BESC.2017.8256393>
- 15 [www.unwto.org](http://www.unwto.org). *PRODUCT DEVELOPMENT*.

G.M. Zhangozhina\*, D.V. Czernykh

*Altai State University, Barnaul, Russia**\*Corresponding author: zhan\_bastal@mail.ru*

## **Long-term meteorological trends of atmospheric precipitation in the Nura river basin (the Central Kazakhstan)**

For living organisms, the main indicators are the average values are meteorological and hydrological parameters that determine the coverage of the survival of species. Currently, all research on the trend in the landscape of river basins should begin with an analysis of climate change, which is currently undergoing rapid dynamic changes. The purpose of the study is to analyze the long meteorological trends of atmospheric humidity of the Nura River Valley. In the presented study, we analyzed the daily data of two weather stations of the Central Kazakhstan for the period from 1939 to 2019 within. The territory of the Nura river basin belongs to areas of pronounced insufficient moisture. A distinctive feature of the river is that the bulk of the annual flow takes place in a short period of spring flood (early April to mid-May, 4–5 months). Within the Nura river basin, reliable trends of significant changes in annual, semi-annual and seasonal amounts of atmospheric precipitation have been revealed. All identified trends have positive indicators. The results can be used for agricultural planning in the context of climate change in the Central Kazakhstan.

*Keywords:* Nura river, basin, the Central Kazakhstan, meteorology, long-term changes, precipitation.

### *Introduction*

A necessary prerequisite for studying climate change and its effects is the availability of meteorological data for the period of observation and information on their expected changes in the future. The purpose of the article is to describe the available in the free access of data arrays of modern meteorological observations in Russia, as well as a review of the results of calculations on hydrodynamic models climate, on the basis of which projections are built for the future [1–4]. The article considers two most important weather elements — ground-level air temperature and atmospheric precipitation.

The modern ecological and geographical studies can cover any territory defined by both political and administrative or natural (landscape) borders, boundaries of river basins [5, 6]. For determination of the climatic comfort in the river basin, it is necessary to evaluate the main long-term directions of the most important meteorological and hydrological parameters. Long-term changes in air temperatures determine changes in evaporation from the day surface, and, therefore, can lead to a decreasing or increasing in humidification in the regions [7–11].

The aim of our study was to analyze the long-term meteorological trends of atmospheric precipitation in the Nura river basin.

### *Materials and methods*

The basin of the Nura river is the main basin of the Karaganda region [12]. The beginning of the river is three rills, which located on the north of the Konyrtobe Mountains at an altitude of about 1200 m. Nura flows into the drainless lake Teniz at an elevation 304 m. The total length of the river is 978 km; the catchment area is 58.1 thousand km<sup>2</sup>. The average perennial flow is 619 million m<sup>3</sup>. In the river basin there are 3 main weather stations (Karaganda, Czernigovka and Besoba), 2 of which are active.

The daily data of two weather stations of the Central Kazakhstan is statistically analyzed for the period from 1939 to 2019; for Besoba weather station — only from 1992 to 2009.

The amount of atmospheric precipitation for different periods (month, season, half-year, year) was calculated as the sum of their daily amount for the necessary time periods. Using averaged data from the average daily air temperature, the average atmospheric air temperatures for the month, year, season and half year were calculated. On the basis of daily data, absolute maximum and minimum air temperatures were also detected for different periods of the year [1, 12].

For the obtained multi-year data lines, graphs of their multi-year movements are plotted and correlation coefficients between the actual data and their linear trends are calculated. In this case, only those correlation coefficients were used, the significance of which ranged from 90 % to 99.9 % [12]. The relative coefficient of change, expressed in percent, was calculated, which is calculated as the ratio of the module of change of trend values of temperature (or precipitation) over a long-term period to the module of amplitude of fluctuation of actual (measured) values of this parameter in a long-term aspect:

$$K_{chang} = \left| \frac{F(t_n) - F(t_1)}{t_{max} - t_{min}} \right| 100 \%,$$

Where  $F(t_n)$  and  $F(t_1)$  are initial and final linear trend values of the estimated meteorological characteristic (temperature or precipitation);  $t_{max}$  and  $t_{min}$  are maximum and minimum actual (measured) values of this parameter (temperature of average, maximum, minimum or precipitation) for a multi-year period.

### Results and discussion

The values of significant correlation coefficients for the amounts of atmospheric precipitation ranged from +0.09 (for the warm half-year in Besoba) to +0.38 (for the cold period in Karaganda); and the values of the changes in atmospheric precipitation themselves range from 122 to 547 mm.

Significant reliable trends in the multi-year placement of annual, semi-annual and seasonal amounts of atmospheric precipitation were revealed for almost two analyzed stations of the Nura river basin; all of them are significant and positive (no negative trends were revealed). In both stations their reliable trends fluctuate within  $r = +0.31$  and  $r = +0.38$  (Table 1).

Table 1

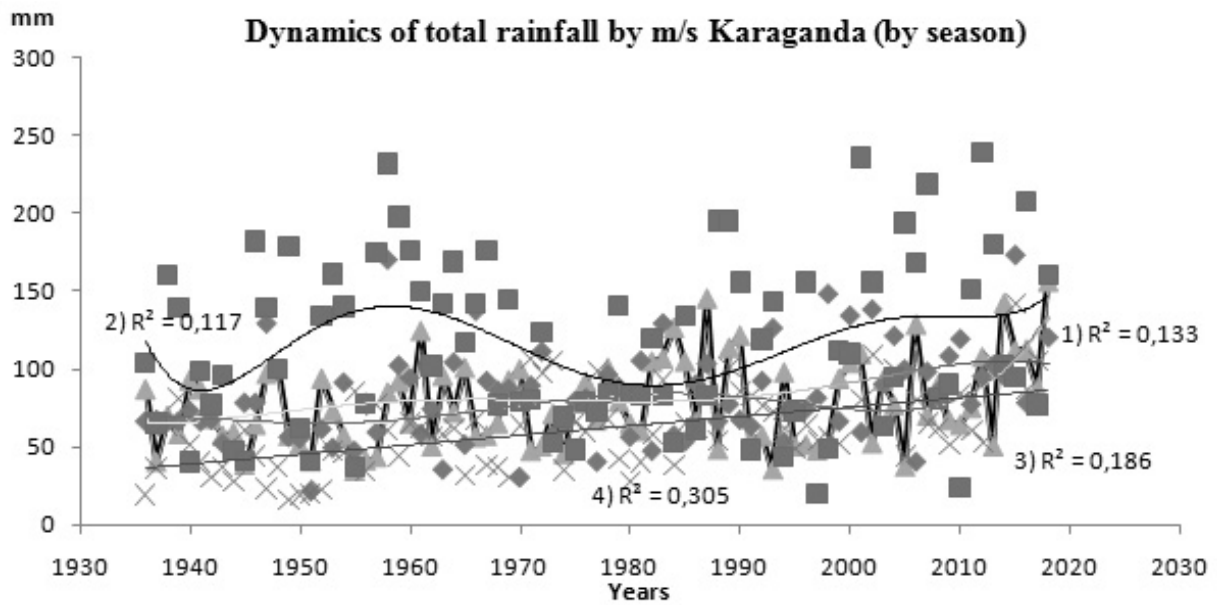
**Analysis of trends of long-term changes in annual precipitation values in the region of the Central Kazakhstan (1936–2019)**

Station	Periods		Precipitation						
	Seasons	Months	Years	Trends	$r^1$	$\alpha^2$	$Sr^3$	$\Delta^4$	OKI, % <sup>5</sup>
Karaganda	year	1–12	83	+	0,21	0,22	122	142	33,5
	warm half-year	4–9	83	+	0,02	0,22	364	47	12,9
	cold half-year	10–3	83	+	0,38	0,22	210	108	51,4
	spring	3–5	83	+	0,13	0,22	152	40	26,6
	summer	6–8	83	+	0,11	0,22	219	16	7,3
	autumn	9–11	83	+	0,18	0,22	123	23	18,6
	winter	12–2	83	+	0,30	0,22	126	52	41,2
Besoba	year	1–12	61	+	0,07	0,25	230	2	20
	warm half-year	4–9	61	+	0,04	0,25	28,7	1	1,8
	cold half-year	10–3	61	+	0,31	0,25	11,7	3	8,5
	spring	3–5	61	+	0,18	0,25	21,3	10	7,6
	summer	6–8	61	+	0,16	0,25	33,9	4,6	3,1
	autumn	9–11	61	+	0,08	0,25	17,1	5,4	7,5
	winter	12–2	61	+	0,13	0,25	8,5	3	9,6

Note: 1)  $r^1$  – correlation coefficient of linear trend with curves of actual long-term precipitation values; 2)  $\alpha^2$  – significance of correlation coefficients; 3)  $Sr^3$  – average quantity of a total atmospheric precipitation for the long-term period according to actual data; 4)  $\Delta^4$  – module of change of actual value for the period under review, calculated on the basis of trend; 5) OKI, %<sup>5</sup> is the percentage of change in actual average precipitation values calculated as the ratio of the module to the module of the average parameter value (in %)

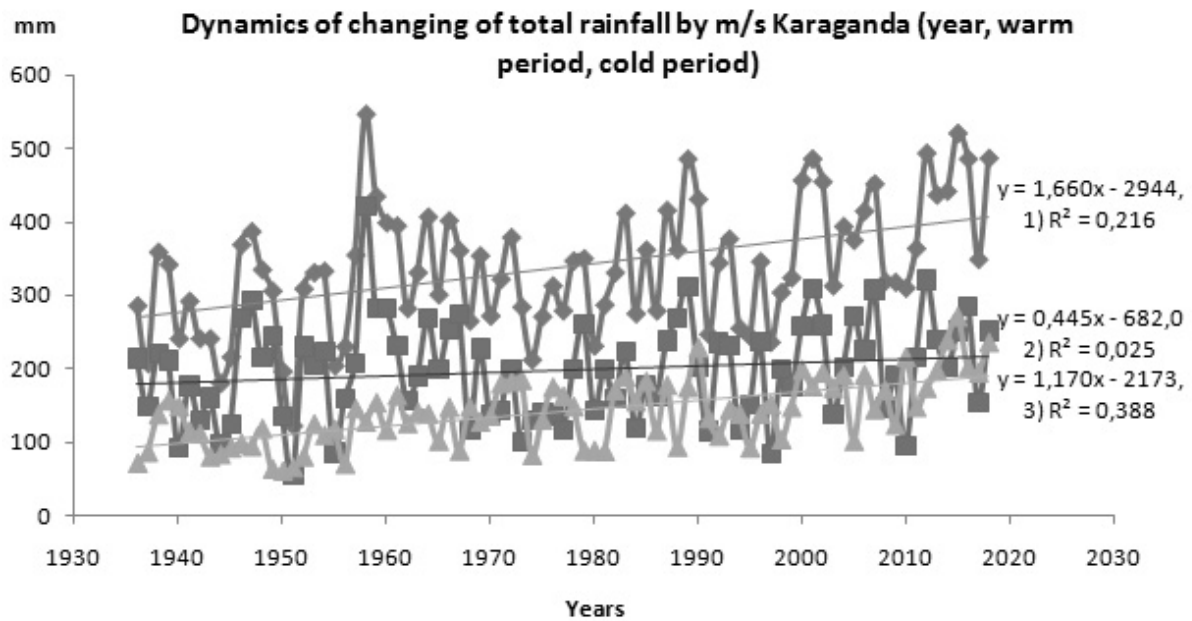
For the weather station (Karaganda) a low ( $r = + 0.18$ ; Table 1) reliable seasonal trend in autumn (9–11 months) and also the correlation coefficient was revealed in the weather station Besoba, where a reliable seasonal trend falls in spring (3–5 months) (Fig. 1–3).

For the weather stations under consideration, with trends of long-term changes in annual and semi-annual amounts of atmospheric precipitation, significant trends are also characteristic for various seasons of the year. The main dynamics in seasonal redistribution of precipitation is their unconditional increase in winter (1–2, 12) and partly in autumn (9–11) (Fig. 4).



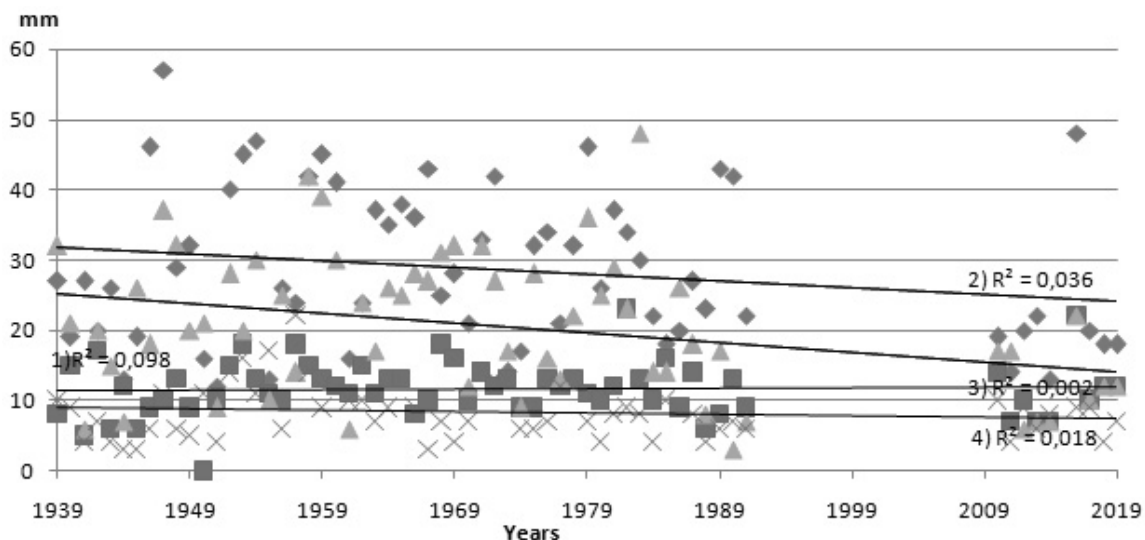
1 — precipitation of the spring period (3–5 months); 2 — precipitation of the summer period (6–8 months);  
3 and 4 — precipitation of the autumn-winter period (9–11 and 1–2, 12 months)

Figure 1. Positive reliable trends in the long-term dynamics of atmospheric precipitation by season (Karaganda weather station)



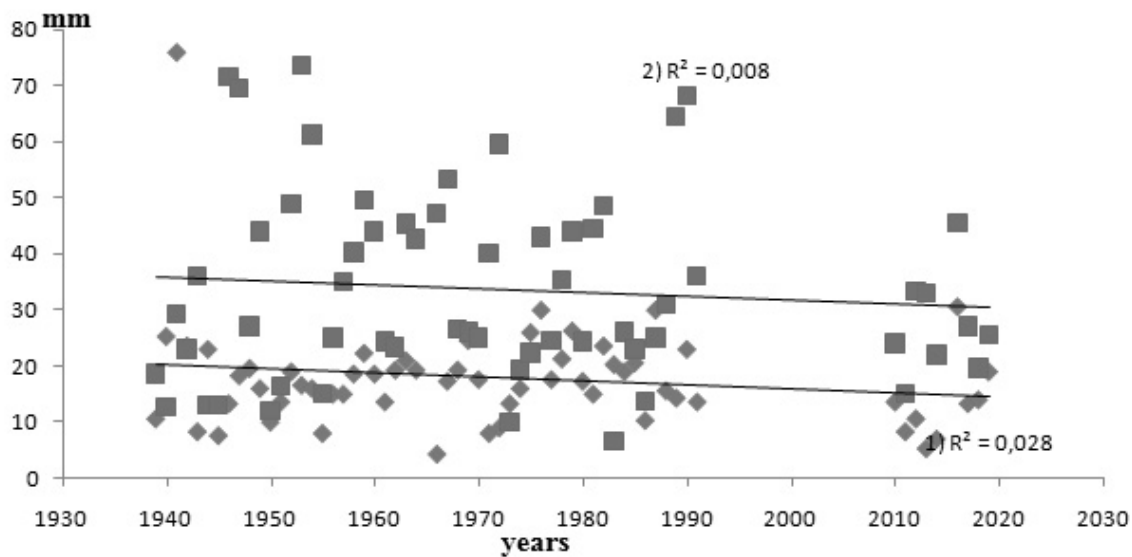
1 — total annual rainfall; 2 — precipitation of the cold half-year (1–3, 10–12 months);  
3 — precipitation of the warm half-year (4–9 months)

Figure 2. Positive reliable trends in the long-term dynamics of atmospheric precipitation for the year of the Karaganda station



1 — precipitation of the spring period (3–5 months); 2 — precipitation of the warm half-year (4–9 months); 3 — precipitation of the cold half-year (10–3 months); 4 — precipitation of the winter period (1–2, 12 months)

Figure 3. Positive reliable trends in the long-term dynamics of atmospheric precipitation by season (Besoba weather station)



1 — summer precipitation (6–8 months); 2 — autumn precipitation (9–11 months)

Figure 4. Positive reliable trends in the long-term dynamics of atmospheric precipitation by season (Besoba weather station)

Thus, the trend of a noticeable significant increase in atmospheric precipitation over the year for the regions of most of the Nura River basin of epy Central Kazakhstan was revealed. For most of the Nura River basin, a significant increase in annual precipitation occurs mainly due to the cold half of the year. For a smaller part of the weather station of the Nura River basin located east (Besoba), a significant increase in the annual amount of atmospheric precipitation occurs due to the autumn-summer period.

For the river basins of the steppe zone of Russia and Kazakhstan, over the past century, there has been a tendency to redistribute atmospheric precipitation towards their increase in the cold half-year, which contributes to a change in soil and soil conditions in floodplains and watersheds [13, 14].

### Conclusions

Based on stock data and our own analysis of multi-year materials, the following conclusions can be drawn. The territory of the Nura river basin belongs to areas of pronounced insufficient moisture. A distinctive feature of the river is that the bulk of the annual flow takes place in a short period of spring flood (early April to mid-May, 4–5 months).

For both weather stations of the Central Kazakhstan within the Nura river basin, reliable trends of significant changes in annual, semi-annual and seasonal amounts of atmospheric precipitation were revealed; all revealed trends have positive indicators.

*The article has been prepared as a part of complex survey of river valleys of the Karaganda region (the Central Kazakhstan) carried out within the framework of cooperation between E.A. Buketov Karaganda University and Altai State University (Barnaul).*

### References

- 1 Кокорев В.А. О метеорологических данных для изучения современных и будущих изменений климата на территории России / В.А. Кокорев, А.Б. Шерстюков // Арктика, естественные науки. — 2015. — № 2. — С. 5–23.
- 2 Анисимов О.А. Об оценках изменений климата регионов России в XX и начале XXI веков по данным наблюдений / О.А. Анисимов, Е.Л. Жильцова // Метеорология и гидрология. — 2012. — № 6. — С. 95–107.
- 3 Груза Г.В. О неопределенности некоторых сценарных климатических прогнозов температуры воздуха и осадков на территории России / Г.В. Груза, Э.Я. Ранькова, Л.Н. Аристова и др. // Метеорология и гидрология. — 2006. — № 10. — С. 5–23.
- 4 Жильцова Е.Л. О точности воспроизведения температуры и осадков на территории России глобальными климатическими архивами / Е.Л. Жильцова, О.А. Анисимов // Метеорология и гидрология. — 2009. — № 10. — С. 79–90.
- 5 Исаченко А.Г. Введение в экологическую географию: учеб. пос. / А.Г. Исаченко. — СПб.: Изд-во СПб. ун-та, 2003. — 192 с.
- 6 Jabbari A. Precipitation forecast contribution assessment in the coupled meteo-hydrological models / A. Jabbari, J.-M. So, D.-H. Bae // Atmosphere. — 2020. — Vol. 11, Iss. 1. — P. 34. <https://doi.org/10.3390/atmos11010034>
- 7 Кокорев В.А. Построение оптимизированной ансамблевой климатической проекции для оценки последствий изменений климата на территории России / В.А. Кокорев, О.А. Анисимов // Проблемы экологического моделирования и мониторинга экосистем. — 2013. — Т. 25. — С. 131–153.
- 8 Harris I. Updated high-resolution grids of monthly climatic observations — the CRU TS3.10 Dataset / I. Harris, P.D. Jones, T.J. Osborn // International Journal of Climatology. — 2014. — Vol. 34. — No. 3. — P. 623–642.
- 9 Кузьмина Ж.В. Климатические изменения в бассейне Нижней Волги и их влияние на состояние экосистем / Ж.В. Кузьмина, С.Е. Трешкин // Аридные экосистемы. — 2004. — Т. 20, № 3(60). — С. 14–32.
- 10 Kouzmina J.V. The impact of natural and human-induced changes in the river flow and the climate on flood plain ecosystems in the middle Elbe river basin / J.V. Kouzmina // Ecological Engineering and Environment protection. — 2004. — No. 2. — P. 5–15.
- 11 Акпамбетова К.М. Географические факторы размещения речных долин на территории Центрального Казахстана / К.М. Акпамбетова, Г.Б. Абиева // Евразийский союз ученых. — 2019. — № 4(61). — С. 26–31.
- 12 Дмитриев Е.А. Математическая статистика в почвоведении / Е.А. Дмитриев. — М.: МГУ, 1995. — 320 с.
- 13 Saraf V.R. Assessment of climate change for precipitation and temperature using statistical downscaling methods in upper Godavari river basin, India / V.R. Saraf, D.G. Regulwar // Journal of Water Resource and Protection. — 2016. — Vol. 8. — P. 34–45. <https://doi.org/10.4236/jwrp.2016.81004>
- 14 Ghebregabher M.G. Long-term trend of climate change and drought assessment in the horn of Africa / M.G. Ghebregabher // Advances in Meteorology. — 2016. — Article ID 8057641 <https://doi.org/10.1155/2016/8057641>

Г.М. Жангожина, Д.В. Черных

## Нұра өзені бассейніндегі атмосфералық жауын-шашынның ұзақ мерзімді метеорологиялық үрдістері (Орталық Қазақстан)

Тірі организмдер үшін негізгі көрсеткіштер түрлердің тірі қалуын қамтуды айқындайтын метеорологиялық және гидрологиялық параметрлердің орташа мәндері болып табылады. Қазіргі уақытта өзендер бассейндерінің ландшафтындағы үрдістерді барлық зерттеу қазіргі уақытта жылдам серпінді өзгерістерге ұшырайтын климаттың өзгеруін талдаудан басталуы тиіс. Зерттеудің мақсаты — Нұра өзені аңғары атмосферасының ылғалдылығының ұзақ метеорологиялық үрдістерін талдау. Ұсынылған зерттеуде авторлар Орталық Қазақстанның 1939–2019 жылдар аралығындағы екі метеостанциясының күн сайынғы мәліметтеріне талдау жасаған. Нұра өзені бассейнінің аумағы ылғалдылығы жеткіліксіз учаскелерге жатады. Өзеннің ерекшелігі — жылдық ағынның негізгі бөлігі



көктемгі су тасқынының қысқа кезеңінде (сәуірдің басы — мамыр айының ортасы, 4–5 ай) өтеді. Нұра өзені бассейнінде атмосфералық жауын-шашынның жылдық, жартыжылдық және маусымдық көлемдерінің айтарлықтай өзгерістерінің шынайы үрдістері анықталды. Барлық анықталған үрдістер оң көрсеткіштерге ие. Алынған нәтижелер Орталық Қазақстандағы климаттың өзгеруі тұрғысында ауыл шаруашылығын жоспарлау үшін пайдаланылуы мүмкін.

*Кілт сөздер:* Нұра өзені, бассейн, Орталық Қазақстан, метеорология, ұзақ мерзімді өзгерістер, ылғалдылық.

Г.М. Жангожина, Д.В. Черных

## Долгосрочные метеорологические тенденции атмосферных осадков в бассейне реки Нуры (Центральный Казахстан)

Для живых организмов основными показателями являются средние значения метеорологических и гидрологических параметров, определяющих охват выживания видов. В настоящее время все исследования тенденций в ландшафте бассейнов рек должны начинаться с анализа изменения климата, которое в настоящее время претерпевает быстрые динамические изменения. Цель исследования — анализ длительных метеорологических тенденций влажности атмосферы долины реки Нуры. В представленном исследовании авторы проанализировали ежедневные данные двух метеостанций Центрального Казахстана за период с 1939 по 2019 гг. Территория бассейна реки Нуры относится к участкам с выраженной недостаточной влажностью. Отличительной особенностью реки является то, что основная часть годового стока происходит в короткий период весеннего половодья (начало апреля — середина мая, 4–5 месяцев). В бассейне реки Нуры выявлены достоверные тенденции существенных изменений годовых, полугодовых и сезонных объемов атмосферных осадков. Все выявленные тенденции имеют положительные показатели. Полученные результаты могут быть использованы для планирования сельского хозяйства в контексте изменения климата в Центральном Казахстане.

*Ключевые слова:* река Нура, бассейн, Центральный Казахстан, метеорология, долгосрочные изменения, влажность.

### References

- 1 Kokorev, V.A., & Sherstyukov, A.B. (2015). O meteorologicheskikh dannykh dlia izucheniia sovremennykh i budushchikh izmenenii klimata na territorii Rossii [About meteorological data for study modern and future climate change at the territory of Russia]. *Arktika, estestvennye nauki — Arktika, natural science*, 2, 5–23 [in Russian].
- 2 Anisimov, O.A. & Zhil'cova, E.L. (2012). Ob otsenkakh izmenenii klimata rehionov Rossii v XX i nachale XXI vekov po dannym nabludenii [On estimates of climate change in the regions of Russia in the 20th and early 21st centuries according to observations]. *Meteorologhiia i hidrologhiia — Meteorology and hydrology*, 6, 95–107 [in Russian].
- 3 Gruza, G.V., Rankova, E.Y., & Aristova, L.N. (2006). O neopredelennosti nekotorykh stsenarnykh klimaticheskikh prognozov temperatury vozdukhа i osadkov na territorii Rossii [On the uncertainty of some scenario climate forecasts of air temperature and precipitation in Russia]. *Meteorologhiia i hidrologhiia — Meteorology and hydrology*, 10, 5–23 [in Russian].
- 4 Zhiltsova, E.L., & Anisimov, O.A. (2009). O tochnosti vosproizvedeniia temperatury i osadkov na territorii Rossii hlobalnymi klimaticheskimi arkhivami [On accuracy of reproduction of temperature and precipitation in Russia by global climate archives]. *Meteorologhiia i hidrologhiia — Meteorology and hydrology*, 10, 79–90 [in Russian].
- 5 Isachenko, A.G. (2003). *Vvedenie v ekologicheskuiu heohrafiuu [Introduction into ecological geography]*. Saint Petersburg: Saint-Petersburg University Publ. [in Russian].
- 6 Jabbari, A., So, J.-M. & Bae, D.-H. (2020). Precipitation forecast contribution assessment in the coupled meteo-hydrological models. *Atmosphere*, 11(1), 34. <https://doi.org/10.3390/atmos11010034>
- 7 Kokorev, V.A., & Anisimov, O.A. (2013). Postroenie optimizirovannoi ansamblevoi klimaticheskoi proektsii dlia otsenki posledstviia izmenenii klimata na territorii Rossii [Building an optimized ensemble climate projection to assess the effects of climate change in Russia]. *Problemy ekologicheskogo modelirovaniia i monitorinha ekosistem — Problems of ecological modeling and monitoring of ecosystems*, 25, 131–153 [in Russian].
- 8 Harris, I., Jones, P.D., & Osborn, T.J. (2014). Updated high-resolution grids of monthly climatic observations — the CRU TS3.10 Dataset. *International Journal of Climatology*, 34(3), 623–642.
- 9 Kuzmina, Zh.V., & Treshkin, S.E. (2004). Klimaticheskii izmeneniia v basseine Nizhnei Volhi i ikh vliianie na sostoianie ekosistem [Climate changes in the Lower Volga basin and their impact on ecosystems]. *Aridnye ekosistemy — Arid ecosystems*, 20, 3(60), 14–32 [in Russian].
- 10 Kouzmina, J.V. (2004). The impact of natural and human-induced changes in the river flow and the climate on flood plain ecosystems in the middle Elbe river basin. *Ecological Engineering and Environment protection*, 2, 5–15.
- 11 Akpambetova, K.M. & Abieva, G.B. (2019). Heohraficheskie faktory razmeshcheniia rechnykh dolin na territorii Tsentralnoho Kazakhstana [Geographical factors of river valleys in Central Kazakhstan]. *Evrasiiskii soiuz uchenykh — Eurasian Unity of Scientists*, 4(61), 26–31 [in Russian].

12 Dmitriev, E.A. (1995). *Matematicheskaia statistika v pochvovedenii [Mathematical statistics in soil science]*. Moscow: Moscow State University Publ. [in Russian].

13 Saraf, V.R., & Regulwar, D.G. (2016). Assessment of climate change for precipitation and temperature using statistical downscaling methods in upper Godavari river basin, India. *Journal of Water Resource and Protection*, 8, 34–45. <https://doi.org/10.4236/jwrp.2016.81004>

14 Ghebregabher, M.G. (2016). Long-term trend of climate change and drought assessment in the horn of Africa. *Advances in Meteorology*, Article ID 8057641 <https://doi.org/10.1155/2016/8057641>

---

## АВТОРЛАР ТУРАЛЫ МӘЛІМЕТТЕР СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ INFORMATION ABOUT AUTHORS

- Abdraimova-Meyramova, Aizhan Gabitovna** — candidate of medical sciences, senior lecturer, Karaganda Medical University, Kazakhstan; meyramow@mail.ru
- Abitayeva, Gulyaim Kairkenovna** — PhD, research assistant, Nazarbayev University School of Medicine, Biomedical Sciences Department, Nur-Sultan, Kazakhstan; gulyaim.abitayeva@nu.edu.kz
- Abiyev, Sardarbek Abiyevich** — doctor of biological sciences, professor of department of general and genomics, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan; abiyev\_sa@enu.kz
- Ahmetova, Saule Baltabayevna** — candidate of medical sciences, Karaganda Medical University, Kazakhstan; akhmetova\_sb@mail.ru
- Aimbetov, Aidyn Akanovich** — Deputy Chairman of the Management Board — Member of the Management Board for Production of JSC «National Company «Kazakhstan Gharysh Sapary», Nur-Sultan, Kazakhstan; a.aimbetov@gharysh.kz
- Aligazhiyeva, Linara Ruslankyzy** — GIS Engineer of the forest resources department of the Emergency Situations and Natural Resources Monitoring Department, JSC «National Company «Kazakhstan Gharysh Sapary», Nur-Sultan, Kazakhstan; l.aligazhiyeva@gharysh.kz
- Altynbek, Tolganai Ospankyzy** — doctoral student, Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan; tolganay.altynbek@mail.ru
- Apushev, Amangeldy Kairbekovich** — doctor of agrotechnical sciences, main researcher, Altai Botanical Garden, Ridder, Kazakhstan; apushev-ak@mail.ru
- Asilkhanova, Roza Zakirovna** — PhD of biological sciences, senior lecturer of the department of biological sciences, S. Seifullin Kazakh AgroTechnical University, Nur-Sultan, Kazakhstan; nauarova@mail.ru
- Atazhanova, Gayane Abukhakimovna** — doctor of chemical sciences, Karaganda Medical University, Kazakhstan; atazhanova@qmu.kz
- Auelbekova, Almagul Kaliyevna** — candidate of biological sciences, head of botany department, Karagandy University of the name of academician E.A. Buketov, Kazakhstan; a-auelbekova@mail.ru
- Bakiyev, Serik Samigullovi** — PhD student, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan; serik\_2595@mail.ru
- Baktybekov, Kazbek Suleymenovich** — doctor of physico-mathematical sciences, professor, Head of the Department of Applied Research of the Office for the Development of Space Systems, JSC «National Company «Kazakhstan Gharysh Sapary», Nur-Sultan, Kazakhstan; k.baktybekov@gharysh.kz
- Baubekova, Aizhan Kenzhebekkyzy** — doctoral student of general and genomics, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan; aizhan\_22.02@inbox.ru
- Bulanin, Denis Sergovich** — PhD, assistant professor, Nazarbayev University School of Medicine, Biomedical Sciences Department, Nur-Sultan, Kazakhstan; dbulanin@nu.edu.kz
- Butumbayeva, Madina** — master of biology, PhD-student, Altai State University, Barnaul, Russia, madina\_butumbaeva@mail.ru
- Czernykh, Dmitrii Vladimirovich** — professor of department of ecology, biochemistry and biotechnology, Altai State University, Barnaul, Russia; chernykhd@mail.ru
- Duzbayeva, Nazira Matkerimovna** — candidate of biological sciences; docent of Zoology Department, Karagandy University of the name of academician E.A. Buketov, Kazakhstan; dmnazira@mail.ru

- Erubay, Aidana** — master-student, Karagandy University of the name of academician E.A. Buketov, Kazakhstan; aidana2020@mail.ru
- Esenbekova, Perizat Abdikairovna** — candidate of biological sciences, professor, Leading Researcher, Institute of Zoology MES RK, Almaty, Kazakhstan; esenbekova\_periz@mail.ru
- Eshmagambetova, Aliya Borashevna** — candidate of biological sciences; head of Zoology Department, Karagandy University of the name of academician E.A. Buketov, Kazakhstan; ab2828@mail.ru.
- Gaibel, Evgenii** — PhD-student, Karagandy University of the name of academician E.A. Buketov, Kazakhstan; e\_gaibel@mail.ru
- Gemejiyeva, Nadezhda Gennadevna** — corresponding member of the Russian Academy of Natural Sciences, doctor of biological sciences, Head of the Plant Resources Laboratory of the «Institute of Botany and Phytointroduction» of the Committee for Forestry and Wildlife of the Ministry of Ecology, Geology and Natural Resources of the Republic of Kazakhstan, Almaty, Kazakhstan; ngemed58@mail.ru
- Grudzinskaya, Ludmila Mihailovna** — candidate of biological sciences, leading researcher of Plant Resources Laboratory of the «Institute of Botany and Phytointroduction» of the Committee for Forestry and Wildlife of the Ministry of Ecology, Geology and Natural Resources of the Republic of Kazakhstan, Almaty, Kazakhstan; kazwelsh@mail.ru
- Imanally Akbar** — PhD Student, State Key Laboratory of Desert and Oasis Ecology, Xinjiang Institute of Ecology and Geography, Chinese Academy of Sciences, Urumqi, China; yimanaili\_akebaier@yahoo.com
- Iskakova, Elena Alexeevna** — senior researcher, master of biology, Altai Botanical Garden, Ridder, Kazakhstan; altai\_bs@mail.ru
- Kabdulova, Gulzhiyan Ayupovna** — PhD in Geography, Head of the Emergency Situations and Natural Resources Monitoring Department, JSC «National Company «Kazakhstan Gharysh Sapary», Nur-Sultan, Kazakhstan; gkabdulova@gharysh.kz
- Kabzhanova, Gulnara Rashidenovna** — PhD in Agriculture, Head of the Agricultural Production Monitoring Department, JSC «National Company «Kazakhstan Gharysh Sapary», Nur-Sultan, Kazakhstan; g.kabzhanova@gharysh.kz
- Karzhaubekova, Zhanat Zhumabekovna** — candidate of chemical sciences, senior researcher of Plant Resources Laboratory of the «Institute of Botany and Phytointroduction» of the Committee for Forestry and Wildlife of the Ministry of Ecology, Geology and Natural Resources of the Republic of Kazakhstan, Almaty, Kazakhstan; zhanna1322@mail.ru
- Kenesbekkyzy, Balzhan** — a teacher of the School № 37 named after Zhansugurov, Zhanalyk village, Talgar district, Almaty province, Kazakhstan; balzhan11.28@gmail.com
- Kenzhina, Kulpash Dakenova** — master of geography, PhD-student, Karagandy University of the name of academician E.A. Buketov, Kazakhstan; k29k29d13@mail.ru
- Kohnert, Klaus-Dieter** — MD, PhD, Associate Professor, Institute of Diabetes “Gerhardt Katch”, Karlsburg, Germany; kohnert@diabetes-karlsburg-de
- Konkabayeva, Aiman Erezhepovna** — doctor of medical sciences, professor of physiology department, Karagandy University of the name of academician E.A. Buketov, Kazakhstan; aiman54@mail.ru
- Korchin, Vladimir Ivanovich** — doctor of medical sciences, professor, academic of Russian Academy of Natural Science, head of department of normal and pathogen physiology, Khanty Mansiysk State Medical Academy, Russia; vikhmgmi@mail.ru
- Marchenko, Yelena Anatolyevna** — Head of the laboratory medicine center, Republican Diagnostic Center, Nur-Sultan, Kazakhstan; elena.martchenko@gmail.com
- Maxutbekova, Gulganat T.** — post-graduate student, Kyrgyz State University named after I. Arabayev, Bishkek, Kyrgyzstan; gulia\_80–80@mail.ru
- Meyramov, Gabit Gabdullovich** — doctor of medical sciences, professor of zoology department, Karagandy University of the name of academician E.A. Buketov, Kazakhstan; meyradow@mail.ru
- Mukasheva, Manara Aldeshevna** — doctor of biological sciences, Professor of Department of Physiology, Karagandy University of the name of academician E.A. Buketov, Kazakhstan; manara07@mail.ru.

- Myrzaliyeva, Zabira Kazbekkyzy** — Head of the Department of Modern History of Kazakhstan and Geography, SILK WAY International University, Shymkent, Kazakhstan; zabira2011@mail.ru
- Onoshko, Irina Andreevna** — bachelor of biological sciences, biology teacher, expert teacher, Municipal state institution «Middle School of General education № 63», Karaganda, Kazakhstan; irina.onoshko.89@mail.ru.
- Sabirov, Zhanbol Bajzhanovich** — master of biological sciences, PhD doctoral student of faculty of biological geography, Karagandy University of the name of academician E.A. Buketov, Kazakhstan; Institute of Public Health and Professional Health of «MUK» NC JSC, Karaganda, Kazakhstan; audacious\_zap@mail.ru.
- Saparov, Kuandyk Abenovich** — candidate of biological sciences, professor, department of biodiversity and bioresources, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan; erketay\_0994@mail.ru
- Sariev, Bekbol Tokesovich** — PhD, Head of the Laboratory of «Ichthyology and Aquaculture», Zhangir Khan West Kazakhstan Agrarian-Technical University, Uralsk, Kazakhstan; sariev-84@mail.ru
- Seidalina, Nargiz A.** — 2nd year master's student, Karaganda Medical University, Kazakhstan; nargiz.1997@inbox.ru
- Sergaliev, Nurlan Habibullovich** — candidate of biological sciences, associate Professor, Rector, M. Utemisov West Kazakhstan University, Uralsk, Kazakhstan; nurlan-sergaliev@yandex.kz
- Shaybek, Altinay Shuparovna** — master of biology, senior lecturer of zoology department, Karagandy University of the name of academician E.A. Buketov, Kazakhstan; altu\_ekosya@mail.ru
- Silant'eva, Marina Mikhailovna** — doctor of biological sciences, professor, dean of biological faculty, Altai State University, Barnaul, Russia; msilan@mail.ru
- Smagulov, Marlen Kemelovich** — candidate of biological sciences, senior researcher, Karagandy University of the name of academician E.A. Buketov, Kazakhstan; marlenkemel@mail.ru
- Tazhekova, Akmaral Zhaksybekkyzy** — Head of the Department of Geography, South Kazakhstan State Pedagogical University, Shymkent, Kazakhstan; tazhekova@mail.ru
- Tumenov, Arthur Nasibullauli** — PhD, Director, West Kazakhstan branch «Scientific and Production Center of Fisheries», Uralsk, Kazakhstan; artur\_tumen@mail.ru
- Turlybekova, Gul'zhazira Kantarbaevna** — candidate of biological sciences; docent of Department of Zoology, Karagandy University of the name of academician E.A. Buketov, Kazakhstan; gulzhazira\_t@mail.ru.
- Tursynbay, Akerke** — 2-year doctoral student, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan; erketay\_0994@mail.ru
- Tusupbekova, Gulnar Toleukenovna** — Pavlodar Innovation University, Kazakhstan; g\_tusupbekova@mail.ru
- Vangelista, Luca** — PhD, principle investigator, Nazarbayev University School of Medicine, Biomedical Sciences Department, Nur-Sultan, Kazakhstan; luca.vangelista@nu.edu.kz
- Vdovina, Tatyana Afanas'evna** — candidate of biological sciences, leading researcher, Altai Botanical Garden, Ridder, Kazakhstan; altai\_bs@mail.ru
- Zhaksybayev Murat Bodeuly** — candidate of biological sciences, associated professor, Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan; zh.murat\_1966@mail.ru
- Zhangozhina, Gaukhar Makhanovna** — master of geography, PhD-student of Altai State University, Barnaul, Russia; zhan\_bastal@mail.ru

**2020 ЖЫЛҒЫ**  
**«Қарағанды университетінің хабаршысы. Биология. Медицина. География сериясы»**  
**журналында жарияланған мақалалардың көрсеткіші**

**Указатель статей, опубликованных в журнале**  
**«Вестник Карагандинского университета. Серия Биология. Медицина. География»**  
**в 2020 году**

**Index of articles published in**  
**«Bulletin of the Karaganda University. Biology. Medicine. Geography Series»**  
**in 2020**

№ с.

**БИОЛОГИЯ**  
**BIOLOGY**

<i>Abukenova V.S., Abukenova A.K.</i> Some materials of the 1st International Earthworm Congress .....	1	6
<i>Abukenova V.S., Bobrovskaya Z.A.</i> Invertebrate animals of landscape gardening lawn cenoses of the city of Karaganda (area of the South-East).....	3	6
<i>Abukenova V.S., Kaptyonkina A.G.</i> Lepidopteran fauna of the city of Karaganda .....	3	14
<i>Amenova D.M., Ageev D.V., Ishmuratova M.Yu., Zeinidenov A.K.</i> Assessment of water-retaining capacity of wheat seedlings after exposure to laser radiation .....	2	17
<i>Amirkhanova Zh.T., Bodeeva R.T., Akhmetova S.B., Kushugulova A.R.</i> Study of biological properties of <i>Lactobacillus helveticus</i> strains isolated in the Karaganda region for the design of the consortium.....	2	6
<i>Asanova G.K., Dodonova A.Sh., Ishmuratova M.Yu., Push W.</i> The study of ontogenesis of <i>Centaurea bipinnatifida</i> (Trautv.) Tzvel. in the condition of the city of Karaganda .....	1	15
<i>Bairon L.Zh., Issenova A.O., Zhappar N.K., Shaikhutdinov V.M.</i> Identification of new strains of lactic acid bacteria from south region of Kazakhstan.....	2	23
<i>Bulanin D., Marchenko Ye.A., Abitayeva G.K., Vangelista L.</i> Genetic organization and cellular specificity of <i>S. aureus</i> leukocidins.....	4	23
<i>Butumbayeva M.K., Silant'eva M.M.</i> Evaluation of successful introduction of plants from <i>Lamiaceae</i> family in the conditions of the Karaganda and Zhezkazgan cities.....	4	16
<i>Esenbekova P.A., Altynbek T.O., Zhaksybayev M.B.</i> Materials for the aquatic hemiptera (Heteroptera) fauna of the Charyn State National Natural Park.....	4	52
<i>Grudzinskaya L.M., Gemejiyeva N.G., Karzhaubekova Zh.Zh.</i> The Kazakhstan medicinal flora survey in a leading families volume.....	4	39
<i>Imanbayeva A.A.</i> Assessment of the perspectivity of introduction of woody plants in the arid conditions of Mangystau .....	3	54
<i>Imanbayeva A.A., Gassanova G.G., Tuyakova A.T.</i> Results of study of wild medicinal plants of Mangystau region .....	3	43
<i>Ishmuratova M.Yu., Butumbayeva M.K., Takhanova D.A., Zholdybayeva K.B., Silant'eva M.M.</i> Analysis of representatives of <i>Lamiaceae</i> family in the flora of the Central Kazakhstan .....	2	37
<i>Ishmuratova M.Yu., Kalizhanova A.N., Erezhep A.A., Shelestova T.Yu.</i> Effectiveness of the application of a specialized dictionary in the teaching of Biology in English.....	3	69
<i>Ishmuratova M.Yu., Tyrzhanova S.S.</i> Study of peculiarities of morphology and germination of seeds of <i>Scabiosa ochroleuca</i> from the Central Kazakhstan .....	3	75
<i>Ishmuratova M.Yu., Zhunussova M.A., Tyrzhanova S.S., Silant'eva M.M.</i> Study of spreading and plant resources of herbs <i>Scabiosa ochroleuca</i> L. and <i>Scabiosa isetensis</i> L. on the territory of Karaganda region.....	1	47
<i>Khassenova A.E., Kanafin Ye.N., Zhappar N.K., Shaikhutdinov V.M., Shibayeva A.K.</i> Biodegradation and bioconversion of cellulose containing waste using bacterial and fungal consortium .....	2	79
<i>Kuanbay Zh.I., Abiyev S.A., Tikhomirov V.N.</i> The study of some structural parameters of the flora of chink Dongyzttau (Aktobe region) .....	1	54

Orazov A.E., Myrzagaliyeva A.B., Zhangozhina G.M., Tustubayeva Sh.T., Karatayeva A.S. Scientific and legal aspects of preservation of rare representatives of dwarf almond section of flora in East Kazakhstan .....	2	45
Rakhmetova A.A., Beisenova R.R., Akpambetova K.M. Geoeological assessment of the dynamics of pollution of the Nura river and Samarkand reservoir.....	2	53
Rakhmetova A.M., Bgatova N.P., Zhumadina Sh.M. Effect of lithium carbonate on kidney structure in conditions of distant tumor growth.....	3	119
Seitkamal K.N., Zhappar N.K., Shaikhutdinov V.M., Shibayeva A.K., Sagyndykov U.Z. A comparative study on psychrophilic and mesophilic biooxidation of ferrous iron by pure cultures of <i>Acidithiobacillus ferrooxidans</i> and <i>Acidithiobacillus ferrivorans</i> .....	3	128
Seksenova D.U., Esimov B.K., Ibragimova Z.A. Parameters of biochemical serum test of pigs in sarcosporidiosis .....	2	69
Sultangazina G.J., Kuprijanov A.N., Kuprijanov O.A., Steshenko M.Y. The structure of <i>Adonis wolgensis</i> Stev. coenopopulation in the conditions of Northern Kazakhstan.....	3	134
Tasbulatova G.S., Umbetov A.U., Sadykova B.S. Indicators of the cardiovascular system of 7–11 years old girls residing in Northern and Southern Kazakhstan .....	1	86
Tleukenova S.U., Baigarayev D.Sh., Atikeyeva S.N., Ramazanov A.K., Gavrilkova H.A., Musina R.T. Development of methods of cryopreservation of <i>Verbascum officinalis</i> ’ seeds.....	3	149
Tulegenova S.E., Beisenova R.R., Auelbekova A.K. The sensitivity of algae to the effect of antifungal drugs .....	1	90
Yelkenova B.Z., Beisenova R.R., Karipbayeva N.Sh., Polevik V.V. The influence of atmospheric pollution on the growth and development of pine in the conditions of the Irtysh Semipalatinsk region .....	2	73
Zhumashev B.K., Beisenova R.R., Khanturin M.R., Zhumasheva K.A. Observing of air quality in cities of Central Kazakhstan.....	1	22
Zhumasheva K.A., Pogossyan G.P., Zhumashev B.K., Danilenko M. Genetic condition of human papillomavirus high carcinogenic risk.....	1	29
Абиев С.А., Баубекова А.К., Асылханова Р.З. Сүйелді қайың ( <i>Betula Pendula</i> ) ағашын зақымдайтын фитопатогенді бактерияларды молекулалық идентификация тәсілі арқылы анықтап оның филогенетикалық шежіресін құру.....	4	8
Асанова Г.К., Додонова А.Ш., Пуш В. Выявление хемотаксономических маркеров растений из рода <i>Centaurea L.</i> .....	3	21
Вдовина Т.А., Апушев А.К., Исакова Е.А. Влияние способов водоснабжения на водно-физические свойства почвы в аридных условиях юго-востока Казахстана.....	4	32
Вдовина Т.А., Винокуров А.А., Исакова Е.А., Лагус О.А. Исследование водно-физических свойств почвы с применением гидрогеля в Курчумском районе Восточно-Казахстанской области .....	3	29
Джангалина Э.Д., Жумабаева Б.А., Айташева З.Г., Лебедева Л.П. Разработка протокола массового получения каллусных культур фасоли казахстанской и зарубежной селекции.....	2	28
Жанпар Н.К., Шайхутдинов В.М., Мырзабаев Б.М., Зейнелов К.А., Шибайева К.А., Байрон Л.Ж. Выделение и изучение штаммов фосфатмобилизирующих микроорганизмов, перспективных для создания биоудобрения .....	3	36
Ибраев Д.О., Рустемханова С.С., Габдуллин Е.С., Мынбаева Б.Н., Насифуллина Ж.Ж. Блохи мелких млекопитающих юга Западно-Сибирской равнины в пределах северо-востока Казахстана .....	1	41
Кенжина К.Д., Ауельбекова А.К., Силантьева М.М. Исторический очерк ботанико-географического районирования территории Северного Казахстана на примере Государственного национального природного парка «Буйратау» .....	4	58
Кобланова С.А., Рогожкина Ю.О. Эколого-таксономический анализ прибрежной флоры Аулиекольского района (Костанайская область).....	3	83
Косарева О.Н., Жарасова Д.Н., Ахтанова А.Б. Сезонное развитие, оводненность и жаростойкость интродуцированных сортов яблони в аридных условиях Мангистау.....	3	91
Максутбекова Г.Т. Оценка физиологических показателей растений рода <i>Populus</i> в аридных условиях Жезказгана.....	4	66
Рамазанов А.К., Тлеукунова С.У., Бабешина Л.Г., Гаврилькова Е.А., Кушербаев С.А. Жизнеспособность семян сортов ромашки аптечной после криоконсервации.....	1	61

<i>Рамазанов А.К., Тлеукенова С.У., Бабешина Л.Г., Сулеймен Е.М., Ибрайбеков Ж.Г., Кинаятов М.А.</i> Влияние криоконсервации на выживаемость семян <i>Chamomilla reticulata</i> сорта «Подмосковная» и химический состав эфирного масла .....	3	100
<i>Рамазанова М.С., Курбатова Н.В., Гемеджиева Н.Г., Алдасугурова Ч.Ж.</i> Сравнительное анатомо-морфологическое исследование вегетативных органов <i>Iris sogdiana</i> Bunge из природных популяций юго-восточного Казахстана .....	3	109
<i>Сабиров Ж.Б., Намазбаева З.И., Бакбергенев М.Б., Жарылкасын Ж.Ж., Мукашева М.А., Картбаева Г.Т., Русяев М.В., Кушербаев С.А., Жалмаханов М.Ш.</i> Цитоморфологическая оценка эпителия щек у лиц, проживающих в условиях экологически неблагоприятного региона .....	1	68
<i>Сагындыкова М.С., Иманбаева А.А.</i> Изучение анатомического строения <i>Ferula foetida</i> разного возрастного состава и происхождения .....	1	73
<i>Садырова Г.А.</i> Анализ флоры травянистых растений города Алматы .....	2	60
<i>Сакибай А.Д., Байжигитова Б.А., Тулеуов У.Б., Драсар П.Б., Темиргазиев Б.С., Тулеуов Б.И., Адекенов С.М.</i> Морфолого-анатомическое исследование <i>Kochia prostrata</i> и <i>Kochia scoparia</i> .....	1	79
<i>Сейдалина Н.А., Ахметова С.Б., Смагулов М.К., Атажанова Г.А.</i> Определение антимикробной активности экстрактов из травы <i>Melissa officinalis</i> L. ....	4	79
<i>Сергалиев Н.Х., Сариев Б.Т., Туменов А.Н., Бакиев С.С.</i> Украиндық тұқы балықтарының уылдырықтарын жасанды жолмен алу, ұрықтандыру және инкубациялау нәтижелері .....	4	72
<i>Султангазина Г.Ж., Куприянов А.Н., Куприянов О.А., Раимбеков Е.Б.</i> Онтогенез и структура ценопопуляций <i>Pulsatilla uralensis</i> в условиях Северного Казахстана .....	3	140
<i>Турсынбай А., Гемеджиева Н.Г., Сапаров К.А.</i> Выявление особенностей распространения <i>Fritillaria karelinii</i> (Fisch. ex D.Don) Baker на юго-востоке Казахстана .....	4	85
<i>Чурикова М.А., Зима Ю.А., Нурпеисқызы Г.</i> Современное разнообразие пресмыкающихся г. Алматы и его окрестностей (Казахстан) .....	1	96

#### МЕДИЦИНА MEDICINE

<i>Bakyt L.G., Zhumina A.G.</i> Determination of <i>Helicobacter pylori</i> by ELISA: single-center experience .....	2	85
<i>Konkabayeva A.E., Erubay A.S., Gaibel E.</i> Hematological parameters in rats poisoned with cadmium nitrate and in biocorrection with the infusion of <i>Beta vulgaris</i> seeds .....	4	94
<i>Meyramov G.G., Kohnert K.-D., Korchin V.I., Tusupbekova G.T., Shaybek A.S., Abdraitimova-Meyramova A.G.</i> Histophotometric complex for quantitative estimation of Insulin and Zinc Content in Pancreatic B-cells .....	4	106
<i>Meyramov G.G., Korchin V.I., Shaybek A.S., Andreeva A.P., Zhuzbaeva G.O., Meyramova D.A., Abdraitimova-Meyramova A.G.</i> On the chemical mechanisms of interaction of diabetogenic toxic substances with zinc in the pancreas and methods for its prevention .....	2	97
<i>Sabirov Z.B., Eshmagambetova A.B., Turlybekova G.K., Duzbayeva N.M., Mukasheva M.A., Onoshko I.A.</i> Biochemical parameters of blood plasma of the male population living on the territory of the Aral Sea .....	4	100
<i>Досымбекова Р.С., Бгатова Н.П., Тунгушбаева З.Б., Шарипов К.О., Омирзакова К.К., Исмаилова М.М., Жетписбай Д.Ш.</i> Оқшауланған гепатоциттердің жасушалық гомеостазын сақтауда аутофагияның ролі .....	2	90
<i>Сабиров Ж.Б., Мукашева М.А., Ешмагамбетова А.Б.</i> Изучение роли цинка в образовании хромосомных aberrаций с помощью расчетного метода оценивания .....	3	155

#### ГЕОГРАФИЯ GEOGRAPHY

<i>Imanaly Akbar, Myrzaliyeva Z.K., Tazhekova A.Z., Kenesbekkyzy B.</i> Development status of the tourism products in Jabagly village near the Aksu-Jabagly world heritage site .....	4	122
<i>Kabzhanova G.R., Baktybekov K.S., Kabdulova G.A., Aimbetov A.A., Aligazhiyeva L.R.</i> Use of the Earth Remote Sensing data for the monitoring of the level of soil fertility .....	4	112
<i>Zhangozhina G.M., Czernykh D.V.</i> Long-term meteorological trends of atmospheric precipitation in the Nura river basin (the Central Kazakhstan) .....	4	131